ニュークリアセイフティーネットワーク（NSネット）
〒100-0004 東京都千代田区大手町1-6-1 大手町ビル437 号室
TEL:03-5220-2666 FAX:03-5220-2665
URL: http://www.nsnet.gr.jp

ＮＳネット文書番号：(NSP-RP-008）
2001 年1 月30 日発行

相互評価（ピアレビュー）報告書

実施事業所	九州電力株式会社　玄海原子力発電所 （佐賀県東松浦郡玄海町）
実 施 期 間	2000 年 12 月 12 日～15 日
発 行 者	ニュークリアセイフティーネットワーク

目　次

【序論及び主な結論】

【各論】

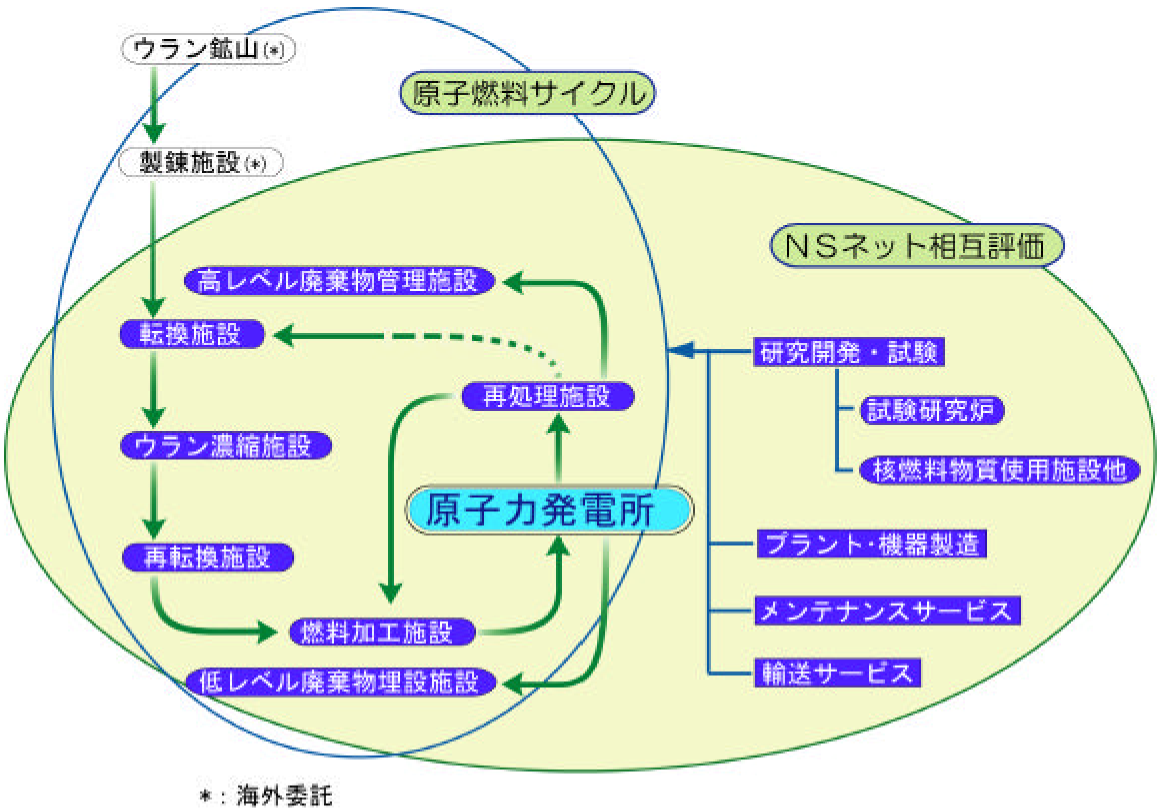
【序論及び主な結論】

1．目的

ＮＳネットの相互評価(ピアレビュー)（以下「レビュー」という。）は、会員の専門家により構成したレビューチームが、会員の事業所を相互訪問し、原子力安全に関する会員間の共通課題について相互評価を実施し、課題の摘出や良好事例の水平展開等を行うことによって、お互いが持っている知見を共有し、原子力産業界全体の安全意識の徹底及び安全文化の共有を図ることを目的としている。

2．対象事業所の概要

九州電力(株)は、玄海及び川内の 2 ヶ所に原子力発電所を有しており、同社全体の発電電力量において原子力の占める割合は約 46%(平成 11 年度)となっている。



原子燃料サイクルにおける原子力発電所の位置づけ

今回レビュー対象となった玄海原子力発電所（以下「本発電所」という。）は、玄界灘に突き出た東松浦半島の北西部、唐津市から北西約 15㎞ に位置し、同社における最初の原子力発電所であり、4 基の加圧水型軽水炉（PWR）を擁している。

1 号機は昭和 50 年 10 月に営業運転を開始して以来 25 年間の運転実績を有している。また、昭和 56 年 3 月に営業運転を開始した 2 号機については、連続運転世界記録を達成する等、稼働率の高い原子力発電所として定着している。さらに、3 号機は平成 6 年 3 月に、4 号機は平成 9 年 7 月に営業運転を開始した。平成 12 年には同発電所として、2,500 億 kWh の累計発電電力量を達成した。（下表参照）

号機	出力 (MW)	炉型式	営業運転 開始年月	主契約者	運転実績（累計） (平成 12 年 11 月末現在)	
					発電電力量 (億 kWh)	設備利用率 (%)
1	559	PWR	昭和 50/10	三菱重工業	878	71.3
2	559	PWR	昭和 56/3	三菱重工業	792	82.2
3	1,180	PWR	平成 6/3	三菱重工業	580	83.5
4	1,180	PWR	平成 9/7	三菱重工業	302	87.0
合計	3,478	—	—	—	2,552	78.8

本発電所の従業員数は、約 500 名であり、このうち直接運転業務に携わっているのは約 200 名で、6 班 3 交替の運転体制を採っている。残りの従業員のうち保守部門が約 110 名、技術支援部門が約 90 名、総務等のその他部門が約 100 名の構成となっている。また、本発電所には協力会社の社員約 1,500 名が常駐しており、プラントの運転・保守業務等を支援する体制となっている。

本発電所における営業運転開始以降の累計の設備利用率[1]は 78.8%（平成 12 年 11 月末現在）であるが、平成 11 年度は 86.9%に達しており良好な運転実績となっている。

３．レビューのポイント

原子力発電施設を有する事業所の相互評価実施にあたっては、NS ネット設立の原点が、平成 11 年 9 月 30 日に(株)ジェー・シー・オーの転換試験棟（燃料加

工施設）において発生したわが国初めての臨界事故（以下「JCO 事故」という。）であり、燃料加工施設をはじめとした核燃料施設を有する事業所の相互評価では「臨界事故等の重大な事故の発生防止」にレビューの重点を置いたことや、原子力安全・防災対策に関連した最近の動向を踏まえて、技術安全・社会安全の両面から、次の５つの基本的な視点を置くこととした。

（1）安全確保の基盤
（2）地域社会との関係（防災対策の充実）
（3）運転経験の安全性向上への反映
（4）JCO 事故教訓の反映・取り組み
（5）軽水炉における最近の課題

レビューは、上記の５つの視点をそれぞれ以下のようにブレークダウンし、抽出された各要素をそれぞれ、①組織・運営、②緊急時対策、③教育・訓練、④運転・保守、⑤放射線防護、及び⑥重要課題対応の６つの分野に展開した上でレビュー項目を決定し、これらについて原子力産業界のベストプラクティスに照らして実施した。

「(1)安全確保の基盤」としては、安全文化が醸成され、効果的な組織体制となっていること、運転員・保修員（保守部門の従業員）の教育・訓練が十分行われていること、効果的な運転管理・保守管理が文書・手順書の整備及びこれらの遵守により達成されていること、協力会社とのコミュニケーションが適切に図られていること、及び放射性廃棄物の処理、放射線防護が適切に行われていることなどである。

「(2)地域社会との関係（防災対策の充実）」としては、緊急時対策が確実に実施されていること、情報公開やその他の理解促進活動を通じて地域社会との共存を図るとともに原子力への安心感の形成に努めていることなどである。

「(3)運転経験の安全性向上への反映」としては、過去に原子力発電施設で起きたトラブル事例が当該施設に適切に反映され、設備の改良や運転方法の改善がなされていることなどである。

「(4)JCO 事故教訓の反映・取り組み」としては、新燃料貯蔵庫や使用済燃料ピット等での臨界安全管理[2]の徹底が図られていることに加えて、核的安全[3]として運転中の炉心管理が適切に実施されること、さらに事故の背景となった要因を

踏まえた原子力安全文化の醸成・向上に向けた当該事業所の活動・取り組みなどである。

「(5)最近の軽水炉での課題対応」としては、配管の溶接部や使用済燃料輸送容器のデータ改ざん問題に対応した品質管理の強化、ヒューマンエラーの防止対策、原子炉停止時の安全対策に対する取り組みなどである。

４．レビューの実施

① 実施期間

平成 12 年 12 月 12 日(火)～15 日(金)

② レビューチームの構成

第１グループ：株式会社日立製作所，中国電力株式会社

第２グループ：住友金属鉱山株式会社，中部電力株式会社

第３グループ：日本ニユクリア・フユエル株式会社，NS ネット事務局

調整員　　　：NS ネット事務局

③ レビューチームの担当分野

第１グループ：組織・運営，緊急時対策，教育・訓練

第２グループ：運転・保守，放射線防護

第３グループ：重要課題対応

④ レビュー対象とした施設等

組織・運営、緊急時対策、教育・訓練の各分野については発電所全体を、その他、運転・保守等の分野における現場観察や書類確認については、主に 3，4 号機を代表としてレビューした。

なお、本発電所の敷地内配置図並びに主要仕様等を、参考として添付した。

５．レビュースケジュール

レビューは 4 日間にわたり、グループ毎に次表に示すスケジュールで実施した。なお、レビュー実施状況を示す写真を参考として添付した。

<table>
<tr><th colspan="2"></th><th>第 1 グループ</th><th>第 2 グループ</th><th>第 3 グループ</th></tr>
<tr><td rowspan="5">12/12
(火)</td><td rowspan="2">AM</td><td colspan="3">オープニング（会社・施設概要の紹介等）</td></tr>
<tr><td colspan="3">プラントツアー
[3,4 号機中央制御室]</td></tr>
<tr><td rowspan="3">PM</td><td rowspan="3">書類確認
(1.組織･運営)</td><td>現場観察
[3,4 号機中央制御室]</td><td rowspan="3">書類確認
(6.重要課題対応
6.3 発電所の安全性・信頼性向上に係る取り組み例)
6.1 核的安全を中心とした原子力安全に対する取り組み)</td></tr>
<tr><td>書類確認
(4.運転・保守
(1) 効果的な運転管理)</td></tr>
<tr><td>現場観察
[3,4 号機中央制御室]</td></tr>
<tr><td rowspan="5">12/13
(水)</td><td rowspan="2">AM</td><td>書類確認
(2.緊急時対策)</td><td rowspan="3">書類確認
(4.運転・保守
(2) 効果的な保守管理)</td><td rowspan="3">書類確認
(6.重要課題対応
6.1 核的安全を中心とした原子力安全に対する取り組み)
6.2 過去のトラブル事例の反映)</td></tr>
<tr><td>現場観察
[緊急時対策所]</td></tr>
<tr><td rowspan="3">PM</td><td rowspan="3">面談
【所長クラス】
【管理職クラス】
【担当者クラス】</td></tr>
<tr><td rowspan="2">面談
【管理職クラス】
【担当者クラス】
（運転員・保修員）</td><td>面談
【担当者クラス】</td></tr>
<tr><td>現場観察
[3 号機燃料取扱棟]</td></tr>
<tr><td rowspan="3">12/14
(木)</td><td rowspan="2">AM</td><td>書類確認
(3.教育・訓練)</td><td>書類確認
(5.放射線防護)</td><td>書類確認
(6.重要課題対応
6.2 過去のトラブル事例の反映)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">事実確認</td><td>現場観察
［固体廃棄物貯蔵庫］</td><td>現場観察
[3,4 号機中央制御室]
［廃棄物処理建屋］</td></tr>
<tr><td>PM</td><td>事実確認</td><td>事実確認</td></tr>
<tr><td>12/15
(金)</td><td>AM</td><td colspan="3">事実確認，クロージング</td></tr>
</table>

6．レビュー方法及びレビュー内容

6.1　レビュー方法

レビューは、本発電所が進める安全性向上のための諸活動を対象として、以下に示すような、同活動の実践の場である現場の観察、本発電所より提示された書類の確認及びこれに基づく議論、そして従業員等との面談を通して、良好事例や改善項目の摘出を行った。

また、レビューの過程で、技術伝承を図るための教育・訓練の例、企業内倫理

規定、臨界安全への取り組み等、レビューチーム側から参考となる活動事例が適宜紹介され、原子力安全文化の交流が図られた。

(1) 現場観察

現場観察では、書類確認、面談で確認される事項に対して実際の活動がどのように行われているかを直接観察するとともに、これをレビュー者の知識、経験等に照らし合わせ、調査を行った。

(2) 書類確認

書類確認では、レビュー項目毎に該当書類の説明を受けて必要に応じ関連書類の提示を求めながら調査を進めた。さらに、施設ないし業務の現場観察を行った後、これに関連した書類の提示を求め、より踏み込んだ調査を行った。

(3) 面談

面談では、事業所長クラス、管理職及び担当者クラス（運転員／保修員等）を対象に、以下のような目的のもとに行った。

a．　文書で確認できない追加情報の収集
b．　書類確認での疑問点を含めた質疑応答
c．　決められた事項、各自に課せられた責任の理解度の状況把握
d．　決められた事項の遵守状況の把握及び同事項が形骸化していないかの把握
e．　原子力安全への取り組み、意識の把握

6.2　レビュー内容

「３．レビューのポイント」において抽出・展開された以下のレビュー項目をもとに、現場観察、書類確認及び面談を行い、その結果を評価・整理したものを【各論】としてまとめ、さらにそれを総括し、「７．主な結論」に示した。

分野１：組織・運営

原子力安全の確保に関し、安全運転に必要な要員が確保されているか、常に安全を最優先するという安全文化が十分に醸成されているか、協力会社と効果的な

コミュニケーションが図られているか、情報公開等を通じて地元地域への理解促進活動が推進されているかといった観点から調査した。

また、データ改ざん問題対応については品質管理強化・モラルの観点から調査した。

（レビュー項目）

(1) 効果的な組織管理

a．明確なライン組織と責任体制

b．組織目標の設定

c．管理職のリーダーシップ

(2) 安全文化の醸成・モラル向上に係る活動

a．具体的な安全文化醸成に係る活動

b．具体的なモラル向上に係る活動

c．地元地域への理解促進活動

(3) 品質管理

a．効果的な監査体制

b．データ改ざん問題対応

分野２：緊急時対策

平成 12 年 6 月に「原子力災害対策特別措置法」（以下「原災法」という。）が施行されたことも考慮し、緊急時における計画や設備等が整備されているか、及び訓練が確実に実施されているかといった観点から調査した。

（レビュー項目）

(1) 緊急時計画

a．緊急時計画の策定

b．緊急時の体制整備

c．緊急時の手順書整備

d．従業員への周知・徹底

(2) 緊急時の施設、設備、資源

a．施設、設備、資源の点検・整備

(3) 緊急時訓練

a．事故訓練の実施（実績）

分野３：教育・訓練

　従業員の技術レベル向上、あるいは安全意識のレベル向上が、原子力安全の向上につながるとの考えに基づき、協力会社も含めて、効果的な教育・訓練システムが整備されているか、資格認定制度等が導入されているか、及びこれらが確実に行われているかといった観点から調査した。
　また、過去からの技術ノウハウの蓄積及びその伝承について、教育・訓練システムにどのように反映しているかも調査項目の一つとした。
（レビュー項目）
(1) 資格認定
a．資格認定制度（自主的な取り組みを含む）
b．評価基準
(2) 訓練計画・実施
a．教育・訓練計画
b．教育・訓練の実施

分野４：運転・保守

　運転管理及び保守管理に係る諸事項に関し、高い次元での安全性が確保されているかとの観点から調査した。運転部門、保守部門それぞれについて、協力会社も含めて適切な要員・体制となっているか、文書・手順書類が整備されておりこれらが遵守されているかを共通的項目として調査した。また、運転管理では特に運転制限値の遵守、保守管理では特に各設備・機器の安全上の機能区分及びそれに応じた保守・点検の実施に焦点を当てて調査した。さらに、定期検査（以下「定検」という。）期間の短縮を取り上げ、安全を軽視した期間短縮になっていないかとの観点からも調査を行った。
（レビュー項目）
(1) 効果的な運転管理
a．運転組織
b．運転に関する文書・手順書とその遵守
c．設計管理（運転制限値遵守）
(2) 効果的な保守管理
a．保守組織

b．保守に関する文書・手順書とその遵守
c．保守設備と機器
d．作業計画・管理

分野５：放射線防護

ALARA[4]の考え方に基づく適切な従業員の線量管理、管理区域内外の放射線量等の監視、放射性廃棄物の処理・発生量低減といった観点から、これらの方策や実施状況を調査した。

（レビュー項目）
(1) 放射線業務従事者の線量管理・ALARA 計画
(2) 放射線量等の監視
a．通常時及び事故時の放射線量等の監視
(3) 放射性廃棄物の処理・発生量低減化
a．放射性廃棄物の処理
b．放射性廃棄物発生量低減化

分野６：重要課題対応

核燃料施設における臨界安全を原子力発電施設に幅広く展開して、新燃料の受入れから原子炉への装荷・運転・取出し、使用済燃料保管・輸送に至るまでのそれぞれのステップにおける原子力安全（核的安全）の確保について調査した。
併せて、定期安全レビュー[5]（以下「PSR」という。）報告書やアクシデントマネジメント[6]（以下「AM」という。）策の整備状況等を例として、リスク評価に係る取り組み状況を確認した。

また、過去の国内外の原子力施設におけるトラブル事例等の反映について、その体制・実績について調査した。

さらに、本発電所において実施された PSR や、平成 13 年に計画されている 1, 2 号機主要機器更新工事の具体例を通じて、九州電力(株)が行っている発電所の安全性・信頼性向上に係る取り組みについても調査した。

（レビュー項目）

分野 6.1　核的安全を中心とした原子力安全に対する取り組み

(1) 新燃料及び使用済燃料などの取扱管理

(2) 炉心管理
(3) 停止時安全対策
(4) リスク評価に係る取り組み

分野 6.2　過去のトラブル事例の反映

(1) 設備の改造・運転方法の改善
(2) ヒューマンエラー防止活動
(3) 異常時の対応
(4) 漏えい燃料対策・燃料健全性監視（具体例１）
(5) 火災・爆発事故の発生防止（具体例２）

分野 6.3　発電所の安全性・信頼性向上に係る取り組み例

(1) 定期安全レビュー（PSR）
(2) 1, 2 号機主要機器更新工事

７．主な結論

今回の九州電力(株)玄海原子力発電所に対するレビュー結果を総括すると、原子力安全の面で直ちに改善措置を施さなければ重大な事故の発生に繋がるような項目は見出されず、また、本発電所においては、発電所長をはじめ全従業員が協力会社も含め一体となって、原子力安全確保を継続・強化していくために真剣に取り組んでいる実態が確認された。

また、本発電所では平成 12 年 3 月末の玄海エネルギーパークの開館や、原子力訓練センターへの学校関係者の見学受入れ、報道機関や地元消防関係者等への施設の公開・説明、地元に対する日常の対話活動等を通じて、地元への理解促進活動を積極的に展開することによって、発電事業に対する信頼感と安心感の醸成に努めている。

さらに本発電所では、平成 13 年に行われる 1, 2 号機の定検において主要機器更新工事を計画している等、プラントの信頼性を向上させるための方策を積極的に実施している。

今後、本発電所は、現状に満足することなく、なお一層の安全文化の向上を目指してさらなる自主保安努力を継続していくこと　が望まれる。また、今回のレビューで得られた成果が、本発電所に留まらず、川内原子力発電所、さらには協力会社に対しても展開されることが期待される。

今回のレビューにおいて、NS ネットの他の会員さらには原子力産業界に広く紹介されるべきいくつかの良好事例を見出した。主な良好事例は以下のとおりである。

・地元地域への理解促進活動に関して、玄海エネルギーパークを利用した諸活動、日常の対話活動、迅速・的確な情報提供等に精力的に取り組んでいる。特に、蒸気発生器（以下「SG」という。）ブローダウン水の廃熱を利用した温室を地元開放することによる農業振興への寄与、報道機関・地元消防関係者等への施設の公開・理解活動、また、発電所の震度を測定する「広報用地震計」を設置し、その情報を地元等へ提供すること等、積極的な取り組みがなされている。
・当直課長は、中央制御室に設置されている「警報処置支援システム」を有効活用することにより、警報発生時の処置を適切にとることが可能である。この「警報処置支援システム」は中央制御室に設けられている警報に関して、想定される原因や取るべき対応、さらには予想される結果を画面に表示するというシステムである。
・過去のトラブル事例等に対し、国内外のトラブル事例で水平展開すべきであると保修担当課により判断されたものについては、請負会社より提出される「作業要領書」の作業手順の中に具体的な注記を求め、それが妥当であることを「事故・故障情報検討会」で確認し、必要に応じて改訂した後、運用することとしている。
・1，2 号機の中央計装盤取替の実施に当たっては、初期段階から実際に操作を行う運転員が基本設計、詳細設計、工事工程等の検討に参画するとともに、九州電力(株)及びメーカの関係者による定例会議を開催する等、綿密な検討を行っている。また、その運用に関し、『運転基準』の整備を確実に行うため、実機と同一仕様のフルスコープシミュレータを原子力訓練センターに設置するとともに、これを用いた『運転基準』の検証及び運転員の習熟度向上活動が計画的に実施されている。

一方、本発電所の安全確保活動をさらに向上させるためのいくつかの提案を行った。主な提案は以下のとおりである。

・本発電所においては、安全・安定運転の施策が充実しており、良好な運転が継続される状況にあるが、現有訓練設備の利用によるポンプの振動、キャビテー

ション等の異常を体験できる訓練を取り入れることも今後の検討事項として考えられたい。

・臨界安全教育はJCO事故と関連させて平成11年度には詳細に行われているが、今後も何らかの形で定期的に行うことが望ましい。

・火災が発生した場合の通報・連絡体制等は、『消防計画』に定められており、また、「作業安全統一ルール」という冊子に盛り込まれ、従業員や協力会社社員へ配布、周知されているが、さらに万全を期すため、現場内の主な箇所への掲示等について検討することが望ましい。

【各論】

１．組織・運営

1.1　現状の評価

(1) 効果的な組織管理

a．明確なライン組織と責任体制

本発電所の組織と責任範囲は社則の『組織・権限規程』に定められ、保安上の責任は、『玄海原子力発電所原子炉施設保安規定』（以下『保安規定』という。）に明確に規定されている。発電所長（以下「所長」という。）は原子炉施設の保安に関する業務を統括する最高責任者となっている。所長の下に 1, 2 号機を所管する第一所長と、3, 4 号機を所管する第二所長が配置され、それぞれが所長を補佐し、所管の業務を総括管理し、保安管理が確実に行われている。また、「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」に基づき原子炉主任技術者が選任され、その職務が『保安規定』に明確に規定されている。主なものとしては、本発電所の原子炉施設の運転に関し、保安上必要な場合に所長に対して意見を具申すること、運転に従事するものへ指示すること、各職位に助言または協力すること等がある。

このように、本発電所では所長以下、各ラインの長がそれぞれの担当業務の範囲において、安全設計の徹底、安全管理体制の確立、教育訓練の実施等、安全に係る諸活動に取り組んでいる。さらに、ラインの長以外の専任職（課長）として、品質保証担当職、保安管理担当職等を置き、適切な組織運営を図っている。

安全に係る事項を審議・検討する会議体として、本店に「安全委員会」、発電所に「安全運営委員会」が設置されている。「安全委員会」は、本店原子力部門と発電所の原子炉主任技術者で構成され、原子炉施設保安運営に関する基本的な重要事項が審議されている。「安全運営委員会」では、発電所の安全確保に係る具体的な運営・基準等の審議がなされている。また、協力会社との間に「安全衛生協議会」を設け、これを安全確保のための活動推進の場として位置づけ、本発電所の方針等の周知を行い、意志の疎通及び目標意識の徹底を図っている。これらの会議体については、『技術基準』等に審議事項等が明記されており、適切に

運用されている。

b．組織目標の設定

全社大の『九州電力企業行動憲章』が掲げられており、その中に、「電気の安定供給」「安全確保」「環境保全」「地域社会への貢献」が明示されている。この行動憲章は冊子により全社員に配布され、周知・徹底が図られている。本発電所では「安全・安定・共生」をスローガンに掲げ、「安全・安定運転の一層の徹底」「地域との良好な関係の維持促進」に努めている。

また、所長は年度毎に全社の業務運営方針を受けて、発電所の「中期業務運営方針」及び「業務計画」を策定する中で安全・安定運転の一層の徹底、環境保全施策の推進等を定めている。これらは業務連絡票を用いて各課に周知されるとともに、特に基本方針については、「所長訓辞」、「所内会議」を受け、「課内会議」等の場を利用して、本発電所の全従業員へ浸透するよう周知徹底に努めている。

なお、安全・安定運転のため日常的な運転管理等が行われているが、これに加え、さらに関係課長等出席のもと運転状況について３ヶ月に１回程度検討され、今後とも安全運転の確保が図られることを確認している。

c．管理職のリーダーシップ

管理職クラスを対象に組織目標、安全文化醸成への取り組み、地元地域への理解促進活動について面談を実施した。この結果、管理職クラスは安全に対する高い意識を有しており、「中期業務運営方針」及び「業務計画」を策定する中で絶えず組織目標の浸透や安全チェックを図っていることが確認できた。また、所長及び第二所長に対しても面談を行い、原子力の目標は昔から変わらず安全第一であり、一人一人が主人公で自発的にそれを実行すべきであることを絶えず発信し、現場が最重要であり、技術的な良心のもとにプライドを持って安全運転を継続するというトップの方針を確認することができた。

また、所長による訓話が従業員を対象として月１回以上行われており、安全推進月間や他事業所でのトラブルに対する注意喚起等、安全意識やモラルの向上に効果的に機能している。これに関する具体例としては、「使用済燃料輸送容器データ問題に係る再発防止対策の徹底について」や「JCO 事故を受けた当社の企業姿勢」等がある。

(2) 安全文化の醸成・モラル向上に係る活動

a．具体的な安全文化醸成に係る活動

安全文化醸成のための活動として、本発電所では、月１回程度行われる原子力部門の幹部による訓辞や上述の所長訓話の他、各課長職以上で構成される「所内会議」が毎月 2 回以上行われており、この場で、所長より安全活動等に関する訓話等が行われている。この内容は各課長により「課内会議」等の場で課員に周知されている。「課内会議」ではこれらの他に社会通念上のモラル等についても検討・指導が行われている。また、朝のラジオ体操後に、日めくりの「安全標語」を従業員の代表（日替り）が唱え、参加者全員が唱和することにより安全意識の徹底を図っている。

協力会社に対しては、「安全衛生協議会」の場において、本発電所と協力会社とが一体となって、発電所全体の安全に関する協議や現場のパトロール、作業安全指導者へのワッペン配布、「作業安全統一ルール」の従業員及び協力会社への配布等を行い、安全意識の高揚に係る活動を実践している。また、同協議会では発電所としての一体感の醸成を図るために、同協議会参加企業全社員による懇親会が年１回程度の頻度で開催されている。特に、定検の際には「労働災害防止協議会」にて工事の請負会社間における意志疎通を図ったり、従業員と合同で「品質管理及び安全作業教育」を実施したりして、自社及び他社のトラブルに対する注意喚起等を行っている。

その他、原子炉主任技術者、保安管理担当課長等が出社時毎朝中央制御室に赴き、プラントの状況確認を行っている。この点は、安全確保に係る運転員とのコミュニケーションにも役立っていることが確認された。

このように、安全文化の醸成には、「組織としての取り組み」と「個人の適切な態度・行動を備えること」が必要であるとの認識のもとに、協力会社も含めて日常業務の中においてラインを通じて積極的かつ確実に取り組んでいる状況が確認された。また、安全文化の醸成、モラルの維持向上には、なによりも円滑な意志疎通が欠かせないことを長年にわたり全員が意識し、開かれた風通しの良い職場風土を形成していることを、面談等によって確認することができた。さらに、発電所事務所に隣接して協力会社の事務所が設置されている等、協力会社との円滑な意志疎通に対する配慮がなされている。

b．具体的なモラル向上に係る活動

モラルの向上に係る活動として、「使用済燃料輸送容器データ改ざん問題」を機に「意識の徹底」を図るとともに、「職場環境の点検」が実施された。若年層を対象とした取り組みとして、本発電所幹部（次長以上）との懇談会を適宜実施しているが、このとき「約 500 名の従業員全員の名前と顔が一致しない」との意見があったため、グループ毎に写真付きで個人を紹介した「フォトイントロダクション」を作成し、従業員全員に配布した。特に、入社 2 年目までの従業員に対しては、実務能力向上の他、社会人教育を目的として、自主的に学習したことや常日頃感じていること等を自由に記載することができる「航跡」というレポートを都度作成させ、副長、課長、次長、所長による指導・助言等を行っている。

JCO 事故では本発電所の要員も支援活動に参加したが、この際の派遣者の率直な感想をまとめた小冊子「JCO 臨界事故における支援活動」を作成し、各課に配布した。これは、従業員の日頃の安全管理に対する重要性を再認識するのに役立っている。

また、原子力部門の幹部から従業員及び協力会社に対して「公正な事業活動について」の要望が示され、モラルの向上について周知徹底が図られるとともに、従業員に対する『保安規定』に基づく教育の中でも、JCO 事故を例としたモラルの向上に関する教育が行われている。

担当者クラスを対象に安全文化の醸成、モラルの向上、協力会社社員との情報共有等の観点で面談を行った結果、役割・責任が理解されていることが確認された。

c．地元地域への理解促進活動

発電所の運営にあたっては、地元の方々の協力が不可欠であるとの信念から、本発電所への親しみと理解を深めるため、次のような活動が行われている。

① 日常の対話活動

・本発電所の広報誌「玄海だより」（本発電所におけるトピックス等）の発行、全社的な広報誌「かたらい」の配布、発電所見学会、地元行事への参加、オピニオンリーダ訪問、福祉施設慰問等

② ボランティア活動

・発電所周辺の空き缶拾いやカーブミラー清掃が 20 年にわたって続けられており、平成 9 年には「佐賀県快適環境づくり推進協議会」から表彰を受けている。

③ 諸行事の実施

・老人クラブゲートボール大会、子供キックベースボール大会

④ 玄海エネルギーパークを利用した諸活動

・玄海エネルギーパーク（新展示館）は平成 12 年 3 月 31 日にオープンし、原子力を中心としたエネルギーについて知ることができる「サイエンス館」を中心として、九州各県の伝統工芸品と民俗芸能等を紹介した「九州ふるさと館」や地元物産を販売する「どっ来い承」（由来：たくさんの人達に来ていただいて、ご用を承る処）等のスペースからなっている。玄海エネルギーパークのオープンから、平成 12 年 11 月末までの来館者数（約 35 万人）は、平成 11 年度の旧展示館来館者数（約 11 万人）の約 3 倍に達している。なお、玄海エネルギーパークには SG ブローダウン水の廃熱を利用した温室を 3 棟設置しており、そのうちの 1 棟を周辺農家に開放してサツマイモ等の野菜の芽出しに利用してもらうことで、地元の農業振興に努めている。

⑤ 発電所理解活動

・原子力訓練センターに年間 3,000～3,500 名程度の見学者を受け入れている。そのうち、約半数は学生を含めた学校関係者である。また、夏休みには小学校高学年を対象に、同センターを含めた見学会（エナジーエキスプレス）を実施し、約 600 名を受け入れている。

・報道機関・地元消防関係者等への施設の公開、説明を行っている。特に地元消防署員への施設公開時には、除染設備の確認、放射線測定実習、表面汚染測定実習が盛り込まれるとともに、公開後には消防署員の発電所施設等に関する質問・気付き事項等に対して回答が行われている。

また、九州電力(株)におけるトラブル発生時の状況等をホームページで公開するとともに、玄海エネルギーパークにおいても本発電所のトラブル事例を紹介している。特に、本発電所でトラブルが発生した時には地元及び関係自治体（佐賀県、玄海町、唐津市、肥前町、鎮西町、呼子町、長崎県及び鷹島町（長崎県））に一斉通報装置（休日，時間外）及び一斉 FAX 等を利用して直ちに連絡を行い、

迅速な情報提供に努めている。また玄海町では、広報誌「アトムらんど」においてトラブル事例・発電所情報を紹介しており、本発電所は必要なデータを提供している。さらに平成9年に鹿児島県薩摩地方で発生した地震を契機に、地震時における発電所の安全性に関し地元等の関心が高いことから「広報用地震計」を設置し、これにより震度等の地震情報が3，4号機中央制御室で確認でき、その地震情報については迅速に地元等に提供されている。

管理職クラスを対象に面談を実施した結果、地元地域への理解促進のために意欲を持って取り組んでおり、さらに良好な関係を保つための方策が継続して検討されていることが確認された。

以上のように、地元地域への様々な理解促進活動を積極的に展開することによって、地元地域との共生を図るとともに、発電事業に対する信頼感と安心感の醸成に努めている。

(3) 品質管理

a．効果的な監査体制

本店が行う品質保証活動については、発電所の運営管理に関する品質保証活動の具体的な管理方針が『原子力発電所品質保証基準』に明確に定められている。また、本発電所の品質保証活動については、発電所の安全性及び信頼性を確保することを目的として、『玄海原子力発電所品質保証基準』に具体的な管理方針が明確に定められ、運用されている。

本店が本発電所に対して行う品質保証監査としては、原子力管理部長が行う「社内品質保証監査」とラインから独立した立場にある経営管理室長が行う「原子力品質保証考査」があり、それぞれ年１回の頻度で実施されている。このように、ラインとラインから独立した部門による監査を定期的に受けており、本発電所の品質保証活動が的確に維持・向上される仕組みとなっている。

また、発電所では、協力会社に対して「受注者品質保証監査」を年１回の頻度で行い、品質保証活動が的確に実施されていることが確認されている。

b．データ改ざん問題対応

「使用済燃料輸送容器データ改ざん問題」に対しては、本店及び各発電所による「品質保証連絡会議」において再発防止策が検討され、これに基づいて各発電所の基準類への反映が行われた。具体的には、安全上重要な設備の製造工程や発電所での作業工程が品質へ影響を与えるような無理な工程となっていないかについて、関係会社との連絡調整を円滑に行うこと等、「使用済燃料輸送容器データ改ざん問題」に係る再発防止の諸対策が『保修基準』等に追記されており、適切な取り組みがなされていることが確認された。

1.2　良好事例

・地元地域への理解促進活動に関して､玄海エネルギーパークを利用した諸活動、日常の対話活動、迅速・的確な情報提供等に精力的に取り組んでいる。特に、SG ブローダウン水の廃熱を利用した温室を地元開放することによる農業振興への寄与、報道機関・地元消防関係者等への施設の公開・理解活動、また、発電所の震度を測定する「広報用地震計」を設置し、その情報を地元等へ提供すること等、積極的な取り組みがなされている。
・原子炉主任技術者、保安管理担当課長等が毎日中央制御室に赴き、プラントの状況確認を行っている。この点は、安全確保に係る運転員とのコミュニケーションにも役立っている。
・安全文化の醸成、モラルの維持向上には、なによりも円滑な意志疎通が欠かせないことを長年にわたり全員が意識し、開かれた風通しの良い職場風土を形成している。また、発電所事務所に隣接して協力会社の事務所が設置されている等、協力会社との円滑な意志疎通に対する配慮がなされ、安全文化の醸成、モラルの維持向上にも寄与している。

1.3　改善提案

・特になし。

２．緊急時対策

ここでいう緊急時とは、原災法で対象としている事象をいう。なお、緊急時対応に関しては、原災法が平成 12 年 6 月 16 日に施行されたことを受け、この原災法に基づく対応状況を中心にレビューした。

2.1　現状の評価

(1) 緊急時計画

a．緊急時計画の策定

本発電所では原災法施行を踏まえ、平成 12 年 6 月に『玄海原子力発電所原子力事業者防災業務計画』（以下『防災業務計画』という。）が制定された。制定に際しては、地元の佐賀県及び玄海町と原子力災害予防対策の実施、迅速な通報・連絡体制等に関して十分な協議が行われた。

『防災業務計画』には、原子力防災管理者としての所長を緊急時対策本部長とし、運転支援班、広報班、安全管理班等が配置された「原子力防災組織」が定められ、各班の業務分掌が明確にされている。また、原子力災害予防対策の実施、緊急事態応急対策等の実施、原子力災害事後対策の実施等が明確にされている。

b．緊急時の体制整備

「原子力防災組織」には各班に必要な要員が配置されている。また、訓練等により、同組織を指揮する立場の者に対して緊急時に的確な判断が下せるような取り組みがなされている。

緊急時の通報連絡体制を迅速かつ確実に行うため、平日、夜間、休・祭日毎の通報連絡体制が整備されている。また、原災法第 10 条、第 15 条に係る所外関係機関への通報連絡は、一斉 FAX 及び一斉通報装置等により、通報連絡の迅速化が図られている。所内要員招集のための連絡手段としては、ワンタッチ操作で課長以上に自動的に連絡が可能なシステムが導入されている。このシステムでは、確実に対象者に連絡が取れるよう、携帯電話、ポケットベル等、多様な方法を用いて、要員招集がスムーズに行えるようになっている。

c．緊急時の手順書整備

上記の『防災業務計画』に基づき、『非常事態対策基準』が規定されている。同基準は『防災業務計画』で定められた項目の実施に係る具体的な事項が記載され、本発電所の文書として制定されたものである。同基準は所内各課に配備されている。なお、本基準は今後の緊急時訓練の結果を反映する等して、適切に見直されることとなっている。

d．従業員への周知・徹底

『防災業務計画』及び『非常事態対策基準』は各課に配布され、所内・課内教育が実施されることにより、従業員への内容の理解・周知が図られるとともに、社内ホームページでも情報を掲示することで社員に周知されている。また、『教育訓練基準』に基づき、「防災教育」や「非常事態対策総合訓練」がそれぞれ年1回の頻度で実施され、特に「非常事態対策総合訓練」を通じて従業員の理解度が確認されている。

さらに、協力会社の社員に対しても、緊急時の避難訓練が実施されており、緊急時の対応能力向上に努めている。

なお、担当者クラスを対象に緊急時対策の理解度について面談を実施した結果、必要な知識及び果たすべき役割が認識されていることが確認された。

(2) 緊急時の施設、設備、資源

a．施設、設備、資源の点検・整備

緊急時に必要となる緊急時対策所等の施設、通報連絡のための設備や放射線防護具等の資機材が整備されている。緊急時対策所は、サービスビル（事務棟）に配置されており、換気浄化設備（チャコールフィルタ付き）や非常用電源が設置されている。また、緊急時対策所の設備、資機材、備品に関するリストが『非常事態対策基準』の別表に定められており、それぞれの担当課によって定期的に点検されている。なお、点検結果は、「原子力防災資機材点検報告書」にてとりまとめられた上、必要事項が原子力防災管理者まで報告されている。

また、緊急時対策所には「緊急時運転パラメータ伝送システム」、「気象記録計」、「オフサイトモニタ記録計」等が備えられており、緊急時対策所にいながら重要な情報を直接入手できるようになっている。さらに、緊急時対策所と本店は TV

会議システムを通じて情報交換が可能となっている。

(3) 緊急時訓練

a．事故訓練の実施（実績）

放射性物質の施設からの漏えい等を想定し、本発電所の緊急時における各班の役割が確実に実施されることの確認を目的とした「非常事態対策総合訓練」が定期的（年１回）に実施されており、直近では平成 11 年 11 月 11 日に行われている。また、平成 12 年 11 月 27 日には佐賀県の防災訓練があり、原災法及び『防災業務計画』の趣旨に則った内容で参加している。この訓練は、玄海１号機の非常用炉心冷却装置の機能喪失による放射性物質の放出を想定したものである。なお、このときに管理区域内での被災者（汚染と被ばく）の救出・除染及び地元消防署による病院への搬送訓練も実施されている。これまでの県防災訓練を通じて、管理区域内での被災者の運搬において一般の担架では運びづらい箇所（階段・二重扉等の狭隘箇所）での対応が容易となるよう、救出袋の活用を取り入れている。また、所内に設けられた身体汚染の除去のための除染キットや医療機器を用いた除染訓練を実施し、その有効性を確認している。

2.2　良好事例

・緊急時の所外関係機関との通報連絡は、一斉 FAX 及び一斉通報装置等により、迅速化が図られている。また、緊急時の所内要員招集のための連絡手段として、ワンタッチ操作で課長以上に自動的に連絡が可能なシステムが導入されている。このシステムでは、確実に対象者に連絡が取れるよう、携帯電話、ポケットベル等、多様な方法を用いて、要員招集がスムーズに行えるようになっている。
・管理区域内における被災者の運搬について、担架の他に、階段・二重扉等狭隘箇所での移動が容易な救出袋を採用している。身体の汚染除去に当たっては所内に除染キットや医療機器を設け、除染訓練を実施し、その有効性を確認するとともに、被災者の受入病院までの搬送訓練を、地元消防署と連携を図り実施している。

2.3　改善提案

・特になし。

３．教育・訓練

3.1　現状の評価

(1) 資格認定

a．資格認定制度

発電所技術系従業員は長期養成計画に基づいて職場内、職場外教育を計画的に受講しており、プラントの安全・安定運転に十分な技術・能力を有している。

運転員のうち当直課長には、法律に基づく国家資格である「運転責任者[7]」の資格を有する者を配置しており、さらに当直副長についても「運転責任者」の資格取得を図っている。また、原子炉運転員は(株)原子力発電訓練センター（以下「(株)NTC」という。）において約６ヶ月の研修を受けるとともに職場内教育も受けており、当直課長及び発電課長がその技能について確認した者を配置している。なお、(株)NTC での訓練結果については、発電課長に報告されている。これを本人及び当直課長に示し、更なる技能の向上のために役立てるようにしている。

保修員については、『教育訓練基準』に基づいて、課内における養成教育（職場内教育）の計画及び原子力訓練センターにおける教育訓練計画が定められ、これに従い教育訓練が行われている。また、メーカ等が主催する教育に参加し、専門的な知識並びに保守技術の習得に努めている。なお、発電設備の社内検査員については、経験年数等を考慮し、原子炉主任技術者等によって選定されている。

b．評価基準

運転員、保修員ともに、個人の経験年数や教育訓練受講内容に応じた業務が付与されることになっている。

(2) 訓練計画・実施

a．教育・訓練計画

従業員に対する教育は、『教育訓練基準』に基づき、年度毎に「教育訓練計画」が策定されるとともに、四半期毎に「教育訓練実施報告書」にて所長まで報告されている。教育内容としては、大別すると導入教育、要員養成教育、保安に関す

る教育、品質管理に関する教育、原子力訓練センターにおける訓練、社外研修がある。

運転員の教育訓練については、長期養成計画に基づいて導入教育、巡視員教育、運転員教育、管理監督者教育まで、長期にわたる計画が定められている。

保修員については、課内における養成教育（職場内教育）を中心に原子力訓練センター保守関連教育及びプラントメーカへの社外研修等を組み入れて、体系的に教育訓練が計画されている。

また本発電所では、社会人、企業人並びに発電所従業員としてのモラルに関する教育、「品質管理及び安全作業教育」の中で作業マニュアル遵守といった基本的事項に係る教育についても、意識が風化しないように適宜実施している。さらに、九州電力(株)と自治体との間の「安全協定」について教育を行うことで、自治体に対する連絡の必要性等を認識させている。

b．教育・訓練の実施

以上の教育訓練計画に則って、それぞれの教育訓練が計画的に実施されている。例えば、運転員の教育訓練については、上述の長期養成計画に基づいて、(株)NTCや原子力訓練センターのシミュレータを活用した、プラントの起動停止訓練、機器単一故障時の処置訓練、事故時の処置訓練、直内の連携を確認するファミリー訓練等が体系的に実施されている。これに加え、原子力訓練センターにCAI（運転保修学習支援システム）教室を設け、CAIを5台設置し、空き時間等に運転員・保修員による自主教育が実施されている。なお、このCAIのソフトは、市販されているものに加え、市販にないものは自社開発を行い、多種多様なものが提供されている。なお、原子力訓練センターは発電所敷地内に設けられているため、シミュレータによる訓練時間を長くとることができ、また運転諸操作等の事前確認を行える等、有効な訓練を可能としている。

協力会社の社員に対する教育についても『教育訓練基準』に定められており、定期的に品質管理及び安全作業教育、放射線防護教育、救急対策消防訓練等が行われている。作業の実施に際しては、協力会社（受注者）に「作業要領書」の提出を求め、作業要領の審査（作業員の資格、経歴、施工及び作業範囲等）を行うことにより、スキルレベルの確認を行っている。また、「受注者品質保証監査」を行うことで、受注者の教育訓練実績を確認している。

また、原子力訓練センターでの保守訓練については協力会社にも開放されており、協力会社員との合同訓練が実施されている。
訓練後はアンケートを実施し、効果の確認等が行われている。

本発電所における技術伝承は、主に、運転員及び保修員への教育訓練、基準類の整備、CAI の導入、トラブル事例集の整備等に取り組むことによって行われている。

3.2 良好事例

・運転訓練シミュレータを発電所敷地内の原子力訓練センター内に設置しているため、訓練時間を長くとることができ、また発電所の起動・停止に当たる当直班がその直前に確認を行える等、効果的な訓練が可能となっている。
・原子力訓練センターに CAI 教室を設け、CAI を 5 台設置している。この CAI のソフトは、市販されているものに加え、市販にないものは自社開発を行い、運転員・保修員用に多種多様なものを提供しており、技術力向上に役立っている。

3.3 改善提案

・本発電所においては、安全・安定運転の施策が充実しており、良好な運転が継続される状況にあるが、現有訓練設備の利用によるポンプの振動、キャビテーション等の異常を体験できる訓練を取り入れることも今後の検討事項として考えられたい。

４．運転・保守

4.1　現状の評価

(1) 効果的な運転管理

a．運転組織

発電所原子炉施設の運転は、発電課長(1，2 号機は発電第一課長、3，4 号機は発電第二課長)による全体管理のもと、運転に関する当直業務を当直課長(1，2 号機は発電第一課当直課長、3，4 号機は発電第二課当直課長)が管理している。当直業務は、当直課長をリーダとした当直班により 24 時間体制で行われている。3，4 号機の場合、各当直班は、当直課長、副長及び主任が各 1 名、原子炉運転員が 2 名、タービン・電気運転員が 2 名及び 1，2 次系巡視員が 6 名の総勢 13 名で構成され、2 ユニットの運転を行っている。この運転体制は『保安規定』及び『運転基準』の中の『総括編』において明確化されており、それぞれの役割や必要人数が定められている。運転体制は、6 班にて編成されており、4 班が 1 日 3 交替(休みの班を含む)で運転業務に当たるとともに、他の 1 班が日勤班、もう 1 班が教育班としてそれぞれ日勤業務、教育訓練を行っている。これらの班は、3 交替勤務、日勤班、教育班勤務としてそれぞれ一定期間でローテーションされている。このような運転体制により、運転員の資質維持向上が図られ、巡視点検・定期試験を含めた運転業務が実施されていることが確認された。各班には、国の指定機関による「運転責任者」の認定を受けた当直課長が配置されている。また、運転員には長期養成計画及び『教育訓練基準』に基づく教育訓練がなされており、必要な資格と所定の技術レベルにある者が各ポジションに配置されていることが確認された。例えば、各ポジションへの配置の判断は「ポジション別実習チェックシート」を用いて発電課長により行われている。

2 ユニット運転の場合は、13 名からなる当直班構成としているが、1 ユニット運転/1 ユニット定検の場合の体制は、『運転基準』の『総括編』において定められている。トラブル時や２ユニット定検時においては、状況に応じ、日勤班要員の応援を得る等の適切な対応を取ることとしている。

3 交替勤務では、当直班の交替が毎日 2 回または 3 回行われている。この交替時には、安全上重要な事項が確実に引き継がれるよう、十分に時間をかけて引継

ぎが行われている。この引継ぎにおける留意点等は、『運転基準』の『総括編』に明確化されている。実際の引継状況を中央制御室において直接観察し、以下のことが確認された。

・当直課長間において、『保安規定』に基づく運転日誌及び当直課長引継簿等が確実に引き継がれるとともに、定期試験の結果も含め、当該直での運転状況が申し送られている。
・運転員の各ポジションにおいても運転状況が的確に申し送られている。
・申し送りを受けた当直班は、直内において全体ミーティングを行い、再度全員で運転状況の把握を行うとともに作業状況、メンバー及びポジションの確認等を含め安全運転のための直内の連携を図っている。

このように、安全・安定運転の継続はもとより、万が一の異常時の運転操作を行うにも十分な要員と組織体制が確保されていることが確認された。

3 交替勤務では、夜間勤務や日曜・祝日勤務が必要であり、他の社員とは異なった勤務形態となっている。この点を十分に踏まえ、当直課長は『就業規則』に基づく勤務管理を行っている。また、若手社員は「航跡」と名づけられたレポートを作成し、社会人教育も含めて、上長による指導・助言が行われている。上長はこのレポートにコメントすることにより、各個人に合った教育が可能である。さらに、上長は個人の悩みや不安を積極的に傾聴することにより、メンタル面の気配りも行われている。管理職クラス及び運転員を対象に面談を行った結果、上述したとおり交替勤務を行う運転員に対して十分な労務管理や安全衛生管理が行われていることが確認された。

b. 運転に関する文書・手順書とその遵守

安全運転のための文書・手順書は、『保安規定』の下部規程である『運転要則』に基づき、『運転基準』として制定されている。『運転基準』は、『総括編』をはじめ、『操作編(原子炉編、タービン編、電気編)』、『警報処置編』、『緊急処置編』、『定期試験編』、『2 次系共用設備編』、『1 次系共用設備編』及び『廃棄物処理建屋編』で構成され、機器・系統毎の手順から非常時の手順まで体系立てて整備されている。例えば、巡視点検要領については『総括編』に、トラブル等の対応は

『緊急処置編』に記載されている。また、運転監視の中心となる中央制御室には、各設備の取扱説明書、配線接続図、インターロック線図、系統図等運転操作に関する文書類が配備されている。

なお、安全運転に寄与する文書等の他、ハード面への配慮として特筆すべき以下の対策が適切に取られていた。

①スイッチカバー及びカバー上の諸表示

誤操作防止及び異物落下時の損傷防止として、スイッチカバーが全てのコントロールスイッチ（CS）に設置されている。これにより運転員がスイッチカバーを外すときに自ら行う操作を再確認することができる。また、トラブル対応処置の迅速化、電源操作の効率化を図るために、カバー上には通常表示される機器名称・弁番号以外に、下記の色ラベルによる識別を行っている。

- 赤ラベル　：重大なトラブル発生時に対象となる機器
- 青ラベル　：通常時電源断されている機器
- 透明ラベル：その機器の電源系統の表示、該当するシーケンス（図書番号）
- 緑ラベル　：通常時の CS ポジション

②系統隔離支援システム

系統隔離や復旧のための運転員の負担軽減や操作伝票作成時のヒューマンエラー防止のために下記の系統隔離支援システムが導入されている。

- 系統の点検対象機器に応じた隔離範囲を自動で設定し、操作伝票及び隔離用の系統図（弁やポンプ等の機器の設置位置も表示）を作成する。
- 操作伝票の内容により操作禁止タグを作成する。
- 系統図に変更があった場合の改訂作業を迅速化し、履歴も容易に管理する。

③定検時の運転側ユニットの「運転中」標示

3，4 号機はツインユニットであり中央制御室や建屋等が隣接しているため、運転側ユニットに下記の運用で「運転中」標示板を表示し、注意を促し誤操作防止を図っている。

- 標示期間：発電機解列後～併入前
- 標示方法：3，4 号機区域境界に 26 箇所のスタンド式標示板を設置
  　　　　：制御盤、リレー室入口等に 35 箇所のマグネット式標示板を設置

設備の変更や運用の見直しに合わせて『運転基準』が見直されている。この見

直しにおいては、変更の内容に応じて「安全運営委員会」で審議されると共に所長の決裁を受けている。

また運転員は、『運転基準』の使用に当たって気づいた点があれば、これを訂正用の『運転基準』（共用分が１セット中央制御室内に用意されている。）に書き込んでおり、適宜検討され見直されている。具体的には、日勤班課長を主査とする「運転基準検討委員会」で検討し、結果が発電課長に報告されている。発電課長は必要に応じ「安全運営委員会」に諮っている。『運転基準』を改訂する際の手続きについては、『文書管理基準』に定められており、それに基づき制定、改廃が行われている。このように使いやすい『運転基準』となるよう努力されている。

改訂された『運転基準』は、発電課長連絡文書である「運転指針票」により運転員に通知される。また、改訂された『運転基準』は、「基準改正確認リスト」を用いて、各運転員の確認を得ることにより、改訂内容が運転員に確実に周知されている。

これらの手続きを踏むことにより、『運転基準』は常に現状のプラント状態との整合が図られ、安全運転に効果的なものとなっている。

運転員の操作は安全確保を最優先とし、『保安規定』をはじめ『運転要則』、『放射線管理基準』等の各種規定、基準等を遵守することが、『運転基準』の『総括編』に明記されている。これに基づき、基準類は確実に遵守されていた。例えば、タービン各弁ステムフリー試験（月１回の定期試験）時に、運転員は『運転基準』の『定期試験編』を遵守すると共に、運転操作前には自ら大きくはっきりした声で指差呼称を行い、かつ上位職者の確認を受けながら確実な操作を行っていることが、中央制御室での定期試験の現場観察で確認された。

当直班の管理職クラスを対象に面談を行った結果からも、管理職クラスは運転員の文書・手順書の遵守状況について適切に機会を捉えチェックしていることが確認された。運転員を対象にした面談の結果、運転員は『運転基準』の内容について十分に理解しており、通常運転状態はもとよりトラブル等通常の運転状態を逸脱した場合でも、『運転基準』の内容に従って適切な処置が取れるようになっていることが確認された。また、万一、『運転基準』では対応できない事象が発生した場合には、当直課長に報告する等の対応を速やかに取り、安全側に適切な処置を行えるようになっていることも確認された。

なお、『運転基準』の遵守及び指差呼称の励行等の基本事項については、班毎に月１回実施している「緊急処置訓練」において、『運転基準』の検討・確認と

模擬操作による基本動作確認が行われ、徹底が図られている。

c．設計管理（運転制限値遵守）

『保安規定』に定められた出力領域中性子束、制御棒状態、ほう素濃度、ディーゼル発電機待機状況等の安全運転上の重要なパラメータについては、毎日のデータが「運転管理記録」に記録され、当直課長にて運転制限値内であることが確認される。その後、発電課長、関係課長、次長、原子炉主任技術者を経て所長まで確認されている。また、運転日誌や中央制御室に設置されている計器により関連データが運転制限値内であることを定期的（1時間に1回）に監視、確認している。このように運転制限値は確実に遵守されている。

運転中に指示値が許容範囲を超えた場合は、自動的に警報が発せられ運転員は予め定められた『運転基準』の『警報処置編』に従って対処し、早期回復を図ることとなっている。この場合、当直課長は、中央制御室に設置されている「警報処置支援システム」を有効活用することにより、警報発生時の処置を適切にとることが可能である。この「警報処置支援システム」は、中央制御室に設けられている警報に関して、想定される原因、取るべき対応及び予想される結果を画面に表示するシステムである。

一方、運転監視面では、異常の早期発見のために以下に示す積極的事例が採用されている。

① SG 伝熱管漏えい検知用高感度型主蒸気管モニタの設置
② 格納容器内のエリア毎に監視テレビカメラの設置
③ 各運転監視計器へ通常運転指示値、警報値、制限値等のマーキングを行い、実際の指示値との比較確認

設備の変更や運用の見直しを行う場合、『技術基準』に従い設備・運用方法等の変更における関連文書の変更要否チェックがなされ、基準類の変更要否について確認が行われている。運転員は設備改造や運用の見直しについて、事前に十分な検討を重ね、その内容、手順の確認を行うとともに、必要により保修課に更なる内容確認を行っている。これらにより、改訂された手順書の運用時には、その背景を理解した上での活用が可能となっており、設計面を十分反映した運転管理がなされている。

運転員は、『保安規定』に基づく教育訓練計画に従って、放射線防護教育、レベルに応じた要員養成教育等を受けている。それら知識・技能の習得状況について、運転員を対象にした面談を行った結果、原子力安全確保に関する基本的な質問に対し、的確な回答が得られたことからも、安全運転のための知識及び技能を十分習得していることが確認された。

(2) 効果的な保守管理

a．保守組織

1，2号機と3，4号機で運転・保守等に関する技術的管理及び要員は分離されている。3，4号機の保守は、保修第二課が担当している。同課は「原子炉係」、「汽機係」、「電気係」、「制御係」で構成され、それぞれ運転中ユニットの保守管理、定検工事計画及び定検時の現場工事管理を行っている。

各係には管理職が配置され、業務に見合った必要数の要員が確保されるとともに、時間外労働、休日労働に関する協定を遵守し、労務管理、安全衛生管理が適切に行われている。管理職は、業務分担の検討によって、各要員の業務量が過大でないことを確認している。このことは、管理職クラス及び保修員の面談によっても確認された。

運転部門との連携については責任範囲も含め以下のとおりとなっている。すなわち、設備の点検、調整等を要する場合は、依頼課（発電課）より保修課へ「保修依頼票」が発行される。保修課は作業時期及び内容を検討し、「作業計画表」を作成して当直へ提出する。その後、関係箇所で打ち合わせが持たれ、この結果に基づき作業内容が保修課で立案される。これを当直が運転系統への影響の観点から再度検討した後、当直課長の作業許可を受けて保守作業が実施される。作業終了後は、発電課による確認の後、引き渡されている。なお、保安上重要と考えられる機器または回路の作業、もしくは原子炉出力に対する影響があると考える機器の作業を行う場合は、関係者(所長、原子炉主任技術者、関係各課長)と合議の上で実施している。

協力会社との連携は、良好な関係作りを基本とし、以下に示す様な定期的な情報交換の場を設け、協力会社との間で積極的な意見交換を行っている。

・「安全衛生協議会」（安全に関する相互協力）及び合同パトロール（月１回）
・協力会社と合同で行う安全品管パトロール（定検期間中週１回）
・「受注者品質保証監査」（年１回）
・定検前の品質管理及び安全作業教育
・毎朝夕のミーティング
・定検中の工程会議（月間、週間、日間）等

特に、定検後に開催される定検反省会では、協力会社からの作業環境改善に係る要望事項が集約される。これらの要望事項に対して、各課で実施の可否や実施時期等を検討した後、積極的に作業環境改善を実施することによって、現場の生の声を取り入れる等、効果的な組織運営がなされている。なお、これまで作業環境改善策として以下のものが取り込まれた。

・原子炉キャビティ内作業用階段設置
　恒設の垂直梯子に代えて安全性の高い可搬型の斜め階段を設置した。
・格納容器内照明の取付位置の見直し
　格納容器内照明灯の取り替え作業の安全性、作業性を考慮して照明器具の取付位置を下げた。
・作業時仮設屋外テントの設置
　屋外工事では天候による作業員の体力消耗や作業中断等が生じることから大型機器点検が行える仮設テントを設置した。

発電所の保守点検作業は、工事毎の契約に基づき、協力会社によって行われており、従業員はこれらの保守点検作業を管理するという形態をとっている。工事契約の元請会社としては、定検時に約 20 社が参画しており、保守工事単位毎に所長以下工事責任者、作業責任者、放管責任者、品管専任者、及び安全専任者からなる工事体制を確立している。

これら請負会社の責任範囲及び工事における必要事項は「工事仕様書」にて明記されている。一方、従業員に対しては、工事管理において確認すべき事項が『保修基準』に明記されている。実際の工事では、「作業要領書」により管理されている。保守点検作業前には「作業要領書」に従い協力会社との作業前ミーティングを行い、安全作業の徹底を図るようにしている。

特に、過去のトラブル事例等に対し、国内外のトラブル事例で水平展開すべきであると保修担当課により判断されたものについては、請負会社より提出される「作業要領書」の作業手順の中に具体的な注記を求め、それが妥当であることを「事故・故障情報検討会」で確認し、必要に応じて改訂した後、運用することとしている。

また、作業毎に高所作業、酸欠作業等がある場合には、それらを「特別危険作業」と指定している。協力会社ではその指定を受けて、事前の検討会により危険性に対して必要な対策を検討し、適切に対応している。

以上のように、協力会社に対しても安全ルールの遵守を要求し、契約にも反映しており、適切な安全管理がなされていることが確認された。

b. 保守に関する文書・手順書とその遵守

保守作業に係る文書として『保修基準』が策定されている。『保修基準』には、調達、設計審査、受入管理、作業実施、検査、工具管理、計測器管理、特殊な試験装置の管理、予備品管理、材料・部品管理、運転中試験、放射性固体廃棄物取扱作業、保護装置等について、安全保守に必要な事項が明記されている。ここで、特殊な試験装置とは、SG 伝熱管の検査装置、水中テレビ検査装置等である。また、運転中試験とは、原子炉保護系ロジック検査、蓄電池測定検査等である。

『保修基準』に記載されている作業手順書は明確かつ簡潔であり、作業を理解・実施するために十分な情報が、作業のポイント及び安全上の注意事項として盛り込まれている。例えば、作業のポイントでは、異物混入防止のための注意事項等が記載されていた。また、安全上の注意事項として、必要な照度の確保や異なる人がダブルチェックすることが記載されていた。

『保修基準』の改訂については、社内規定である『文書管理基準』にチェック、承認等の方法が記載されている。具体的には、『保修基準』のような発電所規定文書は、「安全運営委員会」において審議され、所長により承認されることとなっている。また、現場で用いる「作業要領書」については、「作業要領書審査チェックシート」を用いて内容の妥当性が確認されている。また、このチェックシートの記載内容は『作業要領書作成要領』の中で規定されている。このように文書管理は所則に基づき適切に行われていることが確認された。

改訂された基準類の周知に当たっては、改訂前後の相異点を整理表にすると共

に改訂内容のポイントをまとめて係・課内会議にて従業員に連絡・周知している。これらの改訂内容の周知方法として、より一層の徹底が期待できる所内 LAN を用いた文書回覧については現在のところ実施されていない。

保修員を対象に文書・手順書の遵守という観点から面談を実施した。その結果、保修員は保守に関する文書・手順書の内容について理解し、遵守している事が確認された。すなわち、『保修基準』に基づき作成された「作業要領書」については、保修員による立会項目等が明確に定められており、各ホールドポイントのチェックにより基準の遵守状況が確認されている。また、全ての作業状況は、毎日の工事日報により確認されている。

保守担当の管理職クラスとの面談により、保修員の文書・手順書の遵守状況について立会実績表を用いてチェックされていることが確認された。また、「受注者品質保証監査」において適切に運用されていることが確認された。

さらに、定期的に実施される社内監査等でも文書・手順書の遵守状況が確認されていることを、平成 11 年度に本店組織である考査室(現　経営管理室）が実施した社内監査結果記録により確認した。

c．保守設備と機器

原子炉施設の基本設計及び詳細設計の段階で、各設備・機器の安全機能について重要度分類がなされ、これが『設置許可申請書』に記載されている。この安全上の重要度分類の考え方を踏まえて、各設備・機器の重要度分類が『保修基準』に規定されている。

『保安規定』に定められた検査を含めて、運転管理上必要な設備の維持基準及び保守管理上実施すべき定期的な検査（官庁検査、発電技検検査、社内自主検査）については、発電設備の機能維持と事故の未然防止を図るため、機械、電気及び計装品毎に検査内容や頻度が系統別に『保修基準』に規定されている。この中では、自主保安の観点から、安全上重要な機器については、他プラントでのトラブルの水平展開を含め、通常の点検とは別に社内自主検査として官庁検査と同様の要領書、成績書を作成して原子炉主任技術者等の確認を受けることとなっている。

なお、具体的な保守作業においては、運転実績、保守実績、発電計画等を検討し、最適修理時期や機器の耐用年数を把握した上で、安全上重要な設備・機器につい

ては予防保全の観点で計画が策定され、実施されている。また、これらの工事が抜けなく実施されていることが、「定期検査工事長期計画一覧表」を用いて確認されている。

保修員は、『保安規定』に基づく教育訓練計画に従い、放射線防護教育、要員養成教育等を受けている。それら知識・技能の習得状況について、保修員との面談を行った結果、習得した知識・技能を作業時の被ばく低減化、放射性廃棄物の発生抑制及び安全対策へ反映していることが確認された。例えば、酸欠に関する講習会に参加した担当者は、そこで習得した知見を踏まえて手順書の改訂等を計画しているとのことであった。

また、原子力訓練センターを有効に活用し、協力会社と合同で研修を自発的に行い、保守組織全体のレベルアップに積極的に取り組んでいることが、原子力訓練センターが発行した受講派遣依頼書（協力会社宛にも出されている。）及び実施後の反省会の議事録により確認された。

d．作業計画・管理

改造・改良及び取替工事を実施する際には、許認可内容と整合をとった上で、『保修基準』に従って設計審査が行われている。さらに安全上重要な施設の改造、修理、検査等については、「安全運営委員会」で審査されるとともに、『設置許可申請書』、『工事計画認可申請書』との整合性についても「設計変更チェックシート」により確認されている。確認内容の詳細も『保修基準』中のチェックシートに従ってまとめられており、抜けなく実施できるようになっている。

発電所施設全体についての保守計画を「業務計画」に定めるとともに、長期的な保全計画を長期計画表に組み込むことにより、保守作業が計画的に行われている。個別の保守作業にあたっては、「作業要領書」が作成され、作業計画、作業工程等の調整が確実に行われ、実施時には「作業要領書」による作業確認が行われている。定検工程は長期計画、官庁検査計画及び自主保安計画に基づいたものであり、実施にあたっては、『保修基準』等に基づき適切に管理されている。また、定検に関連して必要な検査の申請スケジュールは技術課によって一括管理されており、「定期検査工事長期計画一覧表」に基づき確実な対応がとられていることを、補助ボイラーの定検の際に通商産業省（現 経済産業省）に提出された書

類等により確認した。

本発電所では、安全性、信頼性をより一層向上させるという観点から、定検時に緊急 2 次系冷却の多様化、タービンバイパス系の活用及び代替再循環策等の AM 対策及び対策工事が実施されている。さらに、耐食性に優れる等の性質を有する材料を、3，4 号機の SG に採用する等、安全性、信頼性の向上に積極的に取り組んでいる。

定検期間は、原子炉等規制法に基づき届出を行う「運転計画」を作成する際に、機器の点検内容等を考慮し策定している。時間管理による効率的な短縮を試行している段階であり、無理な定検期間短縮を実施しないよう配慮がなされている。

また、定検実施にあたっては、従業員はもとより協力会社を含めた安全衛生管理等が十分考慮されている。例えば、「安全衛生協議会」での協議事項をもとに、仮設作業事務所や構内トイレの設置等が状況に応じ実施されている。また、夏場定検時の熱中症防止のため、現場にスポットクーラの設置、冷たい飲み物の配備、クレーン運転室へのクーラ設置等が行われ、健康管理にも配慮されていることが確認された。

4.2　良好事例

・安全運転のための対策として、文書類の整備の他、“スイッチカバー及びカバー上の諸表示”、“系統隔離支援システム”及び“定検時の運転側ユニットの「運転中」標示”といったハード面の対策が適切に取られている。
・当直課長は、中央制御室に設置されている「警報処置支援システム」を有効活用することにより、警報発生時の処置を適切にとることが可能である。この「警報処置支援システム」は中央制御室に設けられている警報に関して、想定される原因や取るべき対応、さらには予想される結果を画面に表示するというシステムである。
・定検後に開催される定検反省会では、協力会社からの作業環境改善に係る要望事項が集約される。これらの要望事項に対して、各課で実施の可否や実施時期等を検討した後、積極的に作業環境改善を実施することによって、現場の生の声を取り入れる効果的な組織運営がなされている。なお、これまで作業環境改善策として以下のものが取り込まれた。

- 原子炉キャビティ内作業用階段設置
- 格納容器内照明の取付位置の見直し
- 作業時仮設屋外テントの設置

・過去のトラブル事例等に対し、国内外のトラブル事例で水平展開すべきであると保修担当課により判断されたものについては、請負会社より提出される「作業要領書」の作業手順の中に具体的な注記を求め、それが妥当であることを「事故・故障情報検討会」で確認し、必要に応じて改訂した後、運用することとしている。

・自主保安の観点から、安全上重要な機器については、他プラントでのトラブルの水平展開を含め、通常の点検とは別に社内自主検査として官庁検査と同様の要領書、成績書を作成して原子炉主任技術者等の確認を受けることとなっている。

4.3　改善提案

・改訂された基準類の周知に当たっては、係・課内会議にて従業員に連絡・周知している。これらの改訂内容の周知方法として、より一層の徹底が期待できる所内 LAN を用いた文書回覧方法の導入について検討されることが望ましい。

５．放射線防護

5.1　現状の評価

(1) 放射線業務従事者の線量管理・ALARA 計画

全ての放射線業務従事者は、管理区域入域時にフィルムバッジ[8]及び警報付ポケット線量計等の着用が義務付けられている。月毎の個人線量管理は、フィルムバッジにて行われ、個人線量当量記録台帳に記録され、永久保存されている。日々の管理は警報付ポケット線量計により行われ、放射線管理用計算機と連携した管理が行われている。

計画段階で、個人の１日の作業計画線量当量が 0.5mSv を超える管理区域内作業あるいは作業期間中の総線量当量が５人･mSv を超える場合には、『作業別放射線管理要領書』が提出され、作業開始前に総線量当量の予想や被ばく低減のための検討が行われると共に、作業終了後に実績がフォローされている。また、作業の各ステップに応じ個人の日毎の目標線量を決め、作業時間の制限を行って被ばく線量を管理している。制限された作業時間前にその目標値に達した場合には、警報付ポケット線量計から警報が出るようにしている。溶接作業等のノイズの発生する作業では、特にノイズ用の電子ポケット線量計を併用している。

定検中は、協力会社の放射線管理担当者と被ばく低減ミーティングを毎日行い、計画に対する実績を確認し、必要に応じて被ばくの原因及び低減対策の検討を行っている。

さらに、定検前の放射線防護教育及び放射線作業計画の事前承認を行うとともに、作業に先立つモックアップ訓練及び鉛遮へいの設置、あるいは作業の自動化等により被ばく低減を図っている。例えば、遮へいを兼ねた鉛入り保温材を主冷却材配管等の高線量配管へ採用したり、高被ばく作業である SG 検査に全自動 ECT ロボットや SG の１次側マンホール蓋取扱装置等を採用したりしている。またエリア毎線量当量率分布表示装置の管理区域入口への設置や、機器配置図や機器・設備案内表示の各所への設置等により作業環境改善が施され、被ばく低減に貢献している。

年間の個人線量についても、法令上の線量当量限度は 50mSv/年であるが、30mSv/年を目標に定めて管理されている。

例えば､3，４号機は、最新プラントであるのでこれまでの定検中の放射線業務従事者の平均線量当量は、0.3～0.4mSv程度である。1号機は、当初2mSv程度であったが、遮へいの設置、作業の自動化・遠隔化、種々の被ばく低減対策が実施されたことにより、第19回定検（平成11年10月～平成12年2月）では0.8mSvとなって、同じ2ループプラントである2号機と同等のレベルになっている。

これら個人最高線量当量、平均線量当量や定検総線量当量は、定検毎にその傾向や変動要因のトレンド解析がなされ、適切に管理されていることを確認した。

(2) 放射線量等の監視

a．通常時及び事故時の放射線量等の監視

本発電所3，４号機には、エリアモニタ[9]（28箇所）及びプロセスモニタ[10]（52箇所）が設置され、中央制御室で連続的に放射線監視が行われている。また、管理区域内の集積線量当量（46箇所)、空気中放射性物質濃度（6箇所)、表面汚染密度（73箇所)、管理区域境界の線量当量率（23箇所）等を定期的に確認している。また、発電所敷地境界付近にモニタリングポスト[11]（3 箇所）が設置され、中央制御室で連続的に放射線監視が行われている。それ以外にPR用モニタリングポスト（7箇所）が設置されており、測定結果については地元自治体を通じて公表されている。

万一の事故時でも監視が必要な放射線監視設備(排気筒モニタ等)については、事故時においても測定可能な計測範囲を有している。発電所敷地周辺への影響はモニタリングポストにより測定が可能である他､放射線計測器を搭載したモニタリングカーを配備して、3ヶ月に1回、18箇所の定点観測を行うと共に、敷地周辺への影響を機動的に測定できるようにしている。

(3) 放射性廃棄物の処理・発生量低減化

a．放射性廃棄物の処理

発電所から発生する気体、液体、固体状の放射性廃棄物は、それぞれの性状に応じて適切に処理されている。

放射性気体廃棄物は、放射線監視モニタにより連続監視しながら排気筒から大気に放出されるとともに、放出管理目標値以下であることを気体廃棄物集計表にて確認、管理している。

放射性液体廃棄物については、蒸発濃縮処理を行い、蒸留水は放射線監視モニタにて連続監視しながら復水器冷却水放水路に放出するとともに、放出管理目標値以下であることを液体廃棄物集計表にて確認、管理している。濃縮された廃液はドラム缶にセメント固化あるいはアスファルト固化し、固体廃棄物貯蔵庫に保管している。

放射性固体廃棄物については、種類別に分類され、ドラム缶等の容器に封入される。燃焼式雑固体廃棄物減容処理設備の設置により、可燃物及び不燃物は直接または焼却減容処理され、固体廃棄物貯蔵庫で保管されている。

また、固体廃棄物の発生量、固体廃棄物貯蔵庫への搬入量、在庫量、搬出量等がバーコードを利用した固体廃棄物管理システムによりコンピュータ管理されている。

b．放射性廃棄物発生量低減化

放射性気体廃棄物、放射性液体廃棄物については、放出管理目標値に対して十分に低い値で管理されていることを確認した。

放射性固体廃棄物については、不要品の搬入制限や管理区域内使用資機材の再利用、及び可燃物の焼却減容処理により低減化が行われている。また、平成９年に「放射性固体廃棄物低減検討会」を実施し、固体廃棄物の発生量の抑制並びに減容に関する取り組みを行った。具体的には、使用済空調フィルタの焼却減容処理（平成 11 年度実績として、ドラム缶で 638 本を 230 本に減容した。）等を実施した。

また、洗浄排水を濃縮して固体廃棄物としていたものを雑固体焼却設備で処理したり、管理区域内の手洗い水や清掃作業水等の節水を励行したりして、放射性液体廃棄物の発生量の低減が図られている。

本発電所の固体廃棄物の貯蔵容量は 29,000 本（200 リットルドラム缶換算）であるが、これに対して平成 12 年 11 月末現在の貯蔵量は 17,537 本である。平成 6 年度に約 18,000 本（これまでの最大貯蔵量）に達したが、焼却処理等による減容を行ったのに加え、平成５年度からは日本原燃(株)低レベル放射性廃棄物

埋設センターへの搬出（平成 12 年度末までに累計 5,936 本）により、近年の貯蔵量は減少している。

5.2　良好事例

・放射線作業に先立つモックアップ訓練及び鉛遮へいの設置、あるいは作業の自動化等により被ばく低減を図っている。例えば、遮へいを兼ねた鉛入り保温材を主冷却材配管等の高線量配管に採用したり、高被ばく作業である SG 検査に全自動 ECT ロボットや SG の 1 次側マンホール蓋取扱装置等を採用したりしている。

・平成 9 年に「放射性固体廃棄物低減検討会」を実施し､固体廃棄物の発生量の抑制並びに減容に関する取り組みを行う等、さらなる低減化を図っている。具体的には、使用済空調フィルタの焼却減容処理（平成 11 年度実績として、ドラム缶で 638 本を 230 本に減容した。）等がある。

5.3　改善提案

・特になし

６．重要課題対応

6.1　核的安全を中心とした原子力安全に対する取り組み

6.1.1　現状の評価

(1) 新燃料及び使用済燃料などの取扱管理

臨界安全教育については、JCO 事故と関連させて「平成 11 年度保安規定教育」の中で実施された。これに用いられたテキストには、JCO 事故の概要の他、原子力発電所における臨界事故防止の取り組み等が詳細に記載されている。また、恒常的な教育テキストとして「新入社員教育資料（原子力）」及び「原子力発電教育資料」が整備されており、新入社員には講義が行われている。このテキストには原子力発電の概要、PWR 型原子力発電所の設計、各課業務に必要な専門的事項及び法規・基準類等、網羅的な項目が含まれている。本テキストの改訂は必要の都度適宜実施されている。担当者を対象に面談した結果、「平成 11 年度保安規定教育」により臨界安全に関する教育が徹底し、必要な知識も有していることが確認された。

さらに、燃料取扱業務に従事する協力会社社員に対しては、事前に審査・承認された要領書をもとに、作業直前に読み合わせを行うことが決められており、この際に、臨界安全管理に関する作業上の注意事項の確認ができるようになっていることを確認した。

新燃料の受入・貯蔵、燃料取替（装荷、取出)、使用済燃料の貯蔵・搬出及び玄海 1, 2 号機から 4 号機への受入れでは、臨界安全管理が要求される。これらの工程では、形状管理がなされている。すなわち、新燃料貯蔵庫及び使用済燃料ピットでは、形状管理された専用の貯蔵ラックが用いられている。また、燃料取扱設備では同時に取扱うことのできる体数が１体のみに制限されている。これは、燃料取扱設備に設けられている運転モード切り替えにより“マスト”と“補助ホイスト”のどちらか一方のみを選択すること、及び“補助ホイスト”２台は連動子作動レバーで切替わる物理的なインターロックにより担保されている。また、「燃料体移動表示板」が設けてあり、燃料体番号、移動元、移動先等の情報が、作業者間で共有できるようになっている。これらの手順及び設備の使用に基づく

臨界安全管理については、『保安規定』、『燃料管理基準』に明記されている。

燃料取替作業時は、まず燃料取出しに係る「燃料取替実施計画（燃料取出し）」を立案し、所長の承認を得る。次に「燃料取替計画」に基づき、「燃料取替実施計画（内挿物入替、燃料装荷）」を立案し、所長の承認を得る。同計画に従い「作業手順」が作成され、燃料取出、内挿物入替及び燃料装荷作業が実施される。これら一連の手続きに則って作業が行われるため、燃料取扱時の臨界安全管理は適切に行われることとなっている。

なお、3 号機燃料取扱棟において、新燃料の搬入・検査状況を現場観察したところ、新燃料は「作業手順」に従って適切に取り扱われており、梱包ビニール等の破損がないことの確認がなされる等、異物混入防止管理にも万全を期していることが確認された。

(2) 炉心管理

原子炉の反応度制御[12]及び停止能力に関する安全設計の基本方針は、「発電用軽水型原子炉施設に関する安全設計審査指針」（以下「安全設計審査指針」という。）に記載されている。これに対応する社内文書等としては、『設置許可申請書』があり、その添付書類において基本設計方針が記載されている。また、『保安規定』、『燃料管理基準』において熱的及び核的制限値が規定されている。さらに、『取替炉心の安全性について』において、当該運転サイクル中における熱的及び核的制限値を遵守して運転可能であることが確認され、運転中に定期的に熱的制限値等が確認されている。

反応度制御及び停止能力に対応する設備としては、制御棒制御系と化学体積制御系（ほう素濃度を制御することにより反応度を制御する系）の２系統の独立した設備が設けられている。

制御棒制御系は全出力状態から原子炉を高温停止させるに十分な能力を持つことが要求されており、『定期検査要領書』に基づいて、定検時に、取替炉心に対して原子炉停止余裕検査及び制御棒駆動系機能検査を行い、制御棒による反応度制御及び停止能力が確認されている。また、運転中は、『保安規定』、『燃料管理基準』により、制御棒の挿入限界が規定され、これを停止余裕監視装置により連続監視することによって、停止余裕を確保し停止能力が維持できるようにしている。

化学体積制御系は、ほう素濃度を調整することにより、燃料の燃焼に伴う反応

度変化を調整できること、原子炉を高温停止できること等が要求されており、『保安規定』に基づいて、運転中、定期的に機能試験、ほう酸タンクのほう素濃度及び水位の確認が行われている。

(3) 停止時安全対策

定検時等の、燃料が炉心にあって炉が停止した状態（高温停止、低温停止[13]の状態）では、未臨界を維持及び崩壊熱を除去できるようになっていなければならない。

未臨界維持に関する安全設計の基本方針は、「安全設計審査指針」に記載されている。これに対しては、『設置許可申請書』の添付書類において基本設計方針が記載されている。化学体積制御系は原子炉を高温停止状態に維持し、さらに高温停止から低温停止にできる設計となっており、前述の通り、『保安規定』に基づき、その機能の確認が行われている。

原子炉を停止した状態でも、照射燃料からは崩壊熱が放出される。この崩壊熱を炉心及び使用済燃料ピットから除去する必要がある。これに対し、崩壊熱を除去することを目的として、余熱除去設備及び使用済燃料ピット水浄化冷却設備が設けられている。

余熱除去設備及び使用済燃料ピット水浄化冷却設備に関する安全設計の基本方針は、「安全設計審査指針」に記載されている。これに対応する社内文書等としては、『設置許可申請書』がありその添付書類において基本設計方針が記載されている。また、『停止時保安管理基準』には、余熱除去設備及び使用済燃料ピット水浄化冷却設備の維持基準が規定されている。原子炉停止時における崩壊熱除去については、SG 及び余熱除去系統により除熱を行うこととしている。また、使用済燃料ピットは、使用済燃料ピット水浄化冷却設備により使用済燃料ピットの水温が制限温度を超えないようにしている。なお、余熱除去設備、使用済燃料ピット水浄化冷却設備とも 2 系統を有している。

(4) リスク評価に係る取り組み

原子力発電所の安全規制において要求されるものではないが、原子力発電所の安全性を定量的に評価しておくことは重要であると考えられている。このような観点から、国内外でシビアアクシデント[14]研究が実施されており、また、イベン

トツリーやフォールトツリー[15]を用いて炉心損傷[16]事象の発生確率等について評価（確率論的安全評価：PSA[17]）が行われている。この PSA は以下に示す AM の整備や PSR 等に活用されている。

原子力発電所は、多重防護の思想の下に安全設計を行い、厳格な管理の下、建設、運転を行ってきており、運転開始当初より高い安全性を確保してきている。一方、万一設計で想定した範囲を超えることに至っても、現有設備を有効活用することにより適切な対応が可能なように、シビアアクシデント研究の最新の成果を取り込むとともに、PSA から得られた知見等に基づき、平成 6 年 3 月に AM の整備方針が取りまとめられた。この方針に従い、本発電所においても設備面の充実、手順書の整備、従業員の教育等が実施されている。特に、設備面では「炉心冷却機能の強化（代替再循環等)」、「放射性物質閉じ込め機能の強化（格納容器内自然対流冷却、格納容器内注水)」、「安全機能のサポート機能の強化（代替補機冷却)」を摘出し、順次対応・整備を行ってきている。現在ではこれらの項目は全て対応・整備済となっている。なお、AM 設備についても定期的に点検が実施されている。

6.1.2　良好事例

・特になし

6.1.3　改善提案

・臨界安全教育は JCO 事故と関連させて平成 11 年度には詳細に行われているが、今後も何らかの形で定期的に行うことが望ましい。

6.2　過去のトラブル事例の反映

6.2.1　現状の評価

(1) 設備の改造・運転方法の改善

本発電所では、(財)電力中央研究所原子力情報センター等から収集された国内外原子力発電所の事故、故障、トラブル情報についての対応が行われている。

国外情報については、技術課にて情報を収集し、担当課による事前検討が行われている。その中で詳細検討が必要なものについては、「国外事故・故障情報処

理票」が作成され、「事故・故障情報検討会」にて検討が実施されている。その検討結果に基づき必要なものについては対策がとられている。

一方、国内情報については、技術課にて「国内事故・故障情報処理票」が作成され、担当課へ検討依頼している。担当課は、「国内事故・故障情報処理票」にて反映要否を検討し、第一(二)所長が承認の上、必要な事項が反映されている。また、これらの検討結果については、定期的に「安全運営委員会」に報告されている。

このようなプロセスを経て本発電所に水平展開されることにより、類似の事象の発生が未然に防止されている。

(2) ヒューマンエラー防止活動

ヒューマンエラーの発生が予想される箇所の摘出とソフト、ハードを含めた防止対策等のヒューマンエラー防止対策については、「ヒューマンファクタ検討会」（『ヒューマンファクタ検討会運営要領』によって規定）で検討されている。本検討会は年2回程度開催され、1，2号機及び3，4号機を対象に、それぞれが所管する課が個別に開催する。ただし、必要と認められた場合には1～4号機を対象に合同の検討会を開催することになっている。また、「ヒヤリハット」の活動が定検終了時期に行われ、課題の摘出と対策がとられている。

ヒューマンエラー防止のためにハード面の対応を行った設備の例としては、現場手動弁の誤操作防止のための施錠管理、配管の系統に応じた現場配管・手動弁の色分け、中央計装盤のミミック表示・スイッチカバーの設置、中央計装盤の機能別配置、通常電源「断」のシール貼付表示が施された電源装置等があり、これらを現場観察により確認した。これらのうち、特に現場手動弁の色分けについては、誤操作による外部環境への影響を防止するために、系統の性状（気体、液体、薬品・油）分類に応じて、弁ハンドル部が塗装されるとともに、同色の色別理由板が取付けられていた。

(3) 異常時の対応

トラブルが発生した場合、『異常時通報連絡処置基準』に基づいて、予め定められた通報連絡経路で関係箇所へ通報・連絡される。異常時の処置については、『運転基準』に明確に定められている。トラブルが発生した場合、必要に応じて

対策会議を設置し、状況把握、原因調査、当面の対策等を検討することになっている。また、トラブル発生時には原因、対策、再発防止対策等を含んだ報告書が作成され、適切な対策・処置等が行われている。

(4) 漏えい燃料対策・燃料健全性監視（具体例1）

燃料取扱作業時には、『燃料管理基準』や『保修基準』に従って、所定の取扱設備が使用されるとともに異物管理の徹底が図られている。

また、燃料貯蔵施設における注意事項（所定の取扱設備及び貯蔵設備の使用、異物混入防止等）が現場に掲示されている等、燃料漏えい防止の観点から適切な燃料取扱が行われている。

また、『保安規定』に熱的制限値遵守が規定されており、『燃料管理基準』にDNBR(限界熱流束比)[18]を満足させるよう運転手順が定められていること等、取扱管理と合わせて炉心管理面でも適切な燃料漏えい防止対策が採られている。

漏えい燃料の検知については、『燃料管理基準』に基づき、1 次冷却材中のよう素131濃度の分析を定期的に実施している。また、1次冷却材モニタにより連続監視している。燃料漏えいの疑いが生じた場合には、『燃料管理基準』に基づき、シッピング検査[19]が実施され、漏えい燃料か否かが判定される。このシッピング装置は定期的に点検（作動テスト含む）が行われている。

『保安規定』、及び『燃料管理基準』において、万一、燃料が破損した場合には破損燃料容器に収納し、使用済燃料ピットの破損燃料ラックに貯蔵する旨の措置が定められている。

(5) 火災・爆発事故の発生防止（具体例2）

本発電所では、消防法に基づき、防火管理に関する運営管理として『消防計画』を制定し、所長を委員長とする「防火管理委員会」を組織している。

また、危険物に関する保安管理としては、『予防規程』を制定し、所長を委員長とする「危険物保安対策委員会」を組織している。

火災・爆発事故発生防止のため、設備面では消防法や「原子力発電所の火災防護指針(JEAG4607)」等に基づき、対策を講じている。また、運用管理面では、『消防計画』、『予防規程』による日常点検の実施、火気を使用する場合の「火気使用

願」の提出（火元責任者、管理方法、消火器の配置等）等の火災予防措置とともに、『教育訓練基準』により「危険物保安教育」、「消防訓練」を実施し、従業員の意識高揚を図っている。

緩和策としては、設備面では消防法や「原子力発電所の火災防護指針」等に基づいて、火災検出装置や消火装置等が設置されている。また、『消防計画』に基づいて消火器、消火栓、泡消火設備、不燃物ガス（ハロン、炭酸ガス）設備、消火ポンプ等が設置されている。

発電所の設備は、「発電用軽水型原子炉施設の火災防護に関する審査指針について」や「原子力発電所の火災防護指針」に基づき、可能な限り不燃性材料または難燃性材料が使用されており、火災発生防止が図られている。

本発電所では、火災・爆発事故が発生した場合の通報・連絡体制が『消防計画』に定められるとともに、「作業安全統一ルール」という冊子に盛り込まれ、従業員や協力会社社員へ配布、周知されている。また、通報・連絡体制が適切かつタイムリーに機能することの確認を目的として、『消防計画』に基づく年２回の「消防訓練」の中で通報訓練を実施している。また、所内の連絡体制の機能確認として、所内一斉通報訓練を 2 ヶ月に１回実施している。

本発電所では、万一の火災・事故等の災害発生時の対応を迅速かつ的確に実施するとの観点から、唐津・東松浦広域消防本部に対して、発電所全体平面図や建屋内機器配置図を提供している。また、他社発電所におけるトラブル等の情報提供、発電所管理区域内への積極的な案内(平成 11 年度は約 100 名)等を通じて、日頃よりコミュニケーションの確保に努めている。

6.2.2　良好事例

・誤操作により外部環境に影響を与えるおそれのある現場手動弁については、その系統の性状（気体、液体、薬品・油）により分類し、弁ハンドル部を性状表示色で塗装するとともに、同色の色別理由板を取付けることにより、誤操作の防止が図られている。

・本発電所では、万一の火災・事故等の災害発生時の対応を迅速かつ的確に実施するとの観点から、唐津・東松浦広域消防本部に対して、発電所全体平面図や建屋内機器配置図を提供している。また、他社発電所におけるトラブル等の情報提供、発電所管理区域内への積極的な案内(平成 11 年度は約 100 名)等を通じて、日頃よりコミュニケーションの確保に努めている。

6.2.3　改善提案

・火災が発生した場合の通報・連絡体制等は、『消防計画』に定められており、また、「作業安全統一ルール」という冊子に盛り込まれ、従業員や協力会社社員へ配布、周知されているが、さらに万全を期すため、現場内の主な箇所への掲示等について検討することが望ましい。

6.3　発電所の安全性・信頼性向上に係る取り組み例

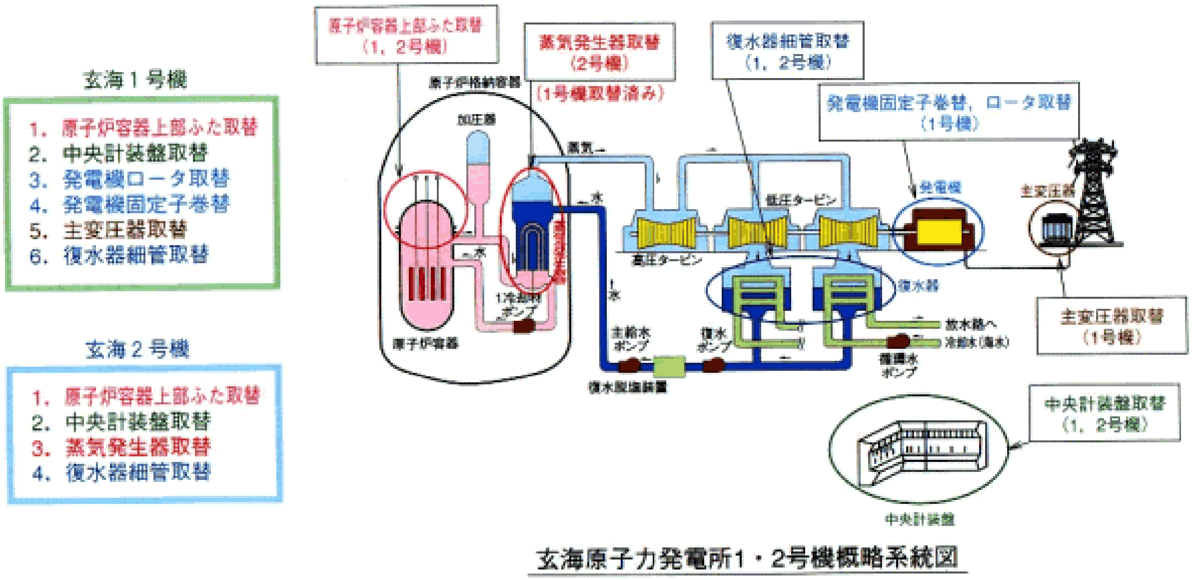
6.3.1　現状の評価

(1) 定期安全レビュー（PSR）

通商産業省（現 経済産業省）は平成 4 年 6 月、原子力発電所を有する電気事業者に対して、運転期間の長期化等を踏まえて、原子力発電所の安全性等の向上を目的として、約 10 年毎に最新の技術的知見に基づき原子力発電所の安全性等を総合的に再評価するよう要請した。これを受けて、本発電所では、玄海 1 号機については平成 7 年 10 月に、玄海 2 号機については平成 12 年 5 月にそれぞれ自主保安の観点から PSR 報告書を国に提出した。PSR は、運転経験の包括的評価、最新の技術的知見の反映及び PSA の 3 つの事項について実施されている。このうち、運転経験の包括的評価では、当該プラントの運転開始時から国内外で発生した事故・故障の教訓等が管理面や設備面に適切に反映されている。最新の技術的知見の反映では、安全研究成果、米国 TMI 事故や関西電力(株)美浜発電所 2 号機の SG 伝熱管損傷事故等、国内外における原子力発電所の運転経験や技術開発成果に基づく技術的知見が重要な設備に適切に反映されている。また、2 号機では PSA の実施により、安全上の特性が把握され、整備された AM 策の効果が確認されるとともに、安全性が確保されていることが示されている。

(2) 1，2 号機主要機器更新工事

玄海 1，2 号機は、平成 13 年定検時に、信頼性向上を目的として以下の図に示す工事を実施する計画としている。



1，2 号機主要機器更新工事の概要

玄海 1，2 号機では、原子炉冷却系統の主要設備である原子炉容器上部ふたや SG の取替を計画しているが、更なる原子力の信頼性・運転性向上を図るため、2 次系設備等の更新についても積極的に取り組んでいる。例えば、復水器冷却管は現状のアルミニウム黄銅管でも適切な予防保全を実施すれば運転継続に支障をきたすものではないが、原子力への信頼性維持の観点からチタン管への取替を行うこととしている。また、中央計装盤は部品の取替や計装盤の単体取替等で現状の機能は維持できるが、今回の工事では、鏡面対称から回転対称への盤配置の変更、CRT 台数の追加、操作を主体に区分した盤構成への変更等、最新プラントである玄海 3，4 号機と同等の盤に改善することで操作性・監視性等の更なる向上を図ることとしている。

原子炉容器上部ふた取替や SG 取替に当たっては、原子炉設置変更許可申請による国の安全審査を受けている。また、工事計画認可申請により、技術基準に適合した工事計画であることについて国の審査を受けている。中央計装盤取替については、盤の再配置を行い玄海 3，4 号機と同等の盤に取替えることから、一括で計装盤の取替を行う計画としている。新しい盤の設計については、玄海 3，4 号機で信頼性が確認されている技術を使い、工事に万全を期すこととしている。さらに平成 6 年度からプラントメーカと共同で玄海 1，2 号機の中央計装盤取替

に関する検討を開始するとともに、同様の工事実績を持つ海外メーカや海外プラントの調査を行い、その成果を基本方針策定、詳細設計、試験計画策定、工事工程検討等の各段階に反映している。なお、1，2 号機の中央計装盤は同一中央制御室内に設置しているため、1，2 号機を同時に停止して取替を行うこととしている。中央計装盤取替工事は、炉心の燃料を全て使用済燃料ピットに移した後に実施するため、炉心における臨界安全上の特別な配慮を要しない。

SG 取替、中央計装盤取替等に関する設計は最新の知見を反映させるため、玄海 3，4 号機の設計業務を担当した本店の原子力建設部機械設計グループ、電気計装設計グループが設備設計を担当している。一方、今回の工事は既存設備の改造工事であるため、既存設備とのインターフェース検討等の工事設計については発電所が担当している。また、これらの設計検討・工事は通常の定検、日常保守業務等と同時に行うことから、発電所内の取りまとめ役として 1，2 号機に専任のプロジェクト担当職を配置し、メーカのプロジェクトと協力して設計検討・工事を行う体制を確立している。メーカについても工事毎のプロジェクトに加えて、統括プロジェクトを設置し、定検の各工事間の工程調整や、各工事共通の事項についての検討を行っている。平成 13 年定検時に行う工事全体の設計進捗管理、懸案事項処理を行うために、九州電力(株)本店及び発電所とメーカ合同で定例会議を開催する等、工事計画の早い段階から電力、メーカで協力して綿密な調整を図ってきている。

SG 取替等については工場製作時、現地据付後に各種試験を行って健全性を確認するとともに、国の使用前検査を受検し、所定の機能を満足していることを確認する計画としている。中央計装盤については、工場において模擬信号により計装盤の機能を確認するとともに、発電所においても計装盤の据付後に各種チェックを行い、補機類・弁等とのインターフェース部分を含めた全体の機能を確認する計画としている。

中央計装盤取替については、これまでの 1，2 号機の運転経験を新しい中央計装盤に反映させるため、実際に操作を行う運転員が初期段階から配置され、基本設計、詳細設計、工事工程等の検討に参画している。また、ケーブルの布設状況調査を実施し、工事計画に反映させている。新しい中央計装盤は機能試験終了後、直ちに使用を開始することから、新しい計装盤への運転員の習熟期間を確保する

ため、取替工事開始に先立ち、床、照明、警報音に至るまで実機と同一仕様のフルスコープシミュレータを原子力訓練センターに設置している。なお、通常の運転訓練に加えて、発電第一課当直班毎の運転員の習熟度向上活動が、原子力訓練センターの指導の下で行われている。

また、フルスコープシミュレータ運開に合わせ、中央計装盤取替の基本設計から参画している発電第一課の専任者が中心となって、中央計装盤取替に伴う『運転基準』（運転マニュアル）の改正作業を行い、フルスコープシミュレータを用いて改正された『運転基準』の検証作業を行っている。

6.3.2　良好事例

- 1, 2 号機の中央計装盤取替の実施に当たっては、初期段階から実際に操作を行う運転員が基本設計、詳細設計、工事工程等の検討に参画するとともに、九州電力(株)及びメーカの関係者による定例会議を開催する等、綿密な検討を行っている。
- 1, 2 号機の中央計装盤取替に伴う『運転基準』の整備を確実に行うため、実機と同一仕様のフルスコープシミュレータを原子力訓練センターに設置するとともに、これを用いた『運転基準』の検証及び運転員の習熟度向上活動が計画的に実施されている。

6.3.3　改善提案

- 特になし

【 用語解説 】

---

[1] 設備利用率(%)＝[発電電力量(kWh)の合計]×100／[(認可出力(kW)×歴時間数(h))の合計]

[2] 臨界安全管理：核燃料加工工場や使用済燃料の再処理工場などの核分裂性物質を取扱う施設において、核分裂性物質が臨界状態に達して臨界事故を起こすことがないよう安全に管理すること。(「原子力辞典：日刊工業新聞社」より引用)

[3] 核的安全：核的事故に対する原子力施設の安全性をいう。原子炉の場合の核的事故とは、反応度制御系等原子炉の反応度の増減に関係する機器の故障または破損により急激に反応度が増加し、このため原子炉熱出力が急増し、燃料が過熱する事故を指す。(「原子力辞典：日刊工業新聞社」より引用)

[4] ALARA：as low as reasonably achievable(合理的に達成できる限り低く)の略で、国際放射線防護委員会(ICRP)の勧告で示された放射線防護実行上の基本的な概念。

[5] 定期安全レビュー(PSR)：periodic safety review。運転開始後一定期間経過した原子炉施設について、運転経験の反映状況及び最新の技術的知見の反映状況等を定期的に評価すること。(「平成11年版原子力安全白書」より引用)

[6] アクシデントマネジメント(AM)：accident management。設計基準事象（原子炉施設を異常な状態に導く可能性のある事象のうち、原子施設の安全設計とその評価にあたって考慮すべきとされた事象）を超え、炉心が大きく損傷するおそれのある事態が万一発生したとしても、それがシビアアクシデントに拡大するのを防止するため、若しくはシビアアクシデントに拡大した場合にもその影響を緩和するために採られる措置。(「平成10年版原子力安全白書」より引用)

[7] 運転責任者：1980年12月に原子力発電所運転責任者資格認定制度が発足し、国の指定する機関による運転責任者の認定を受けた者が運転責任者として配置されている。国が指定する機関としては、(社)火力原子力発電技術協会がある。

[8] フィルムバッジ：放射線による写真フィルムの感光を利用し、その黒化度から線量を評価できるフィルムと、吸収板とを組み合わせてケースに納め、個人被ばくモニタとして携帯に便利なように作られたもの。

[9] エリアモニタ：放射線モニタの一種。放射線管理区域内の空間γ線レベルの監視を目的としたもので、通常多数箇所に検出器を設置し、集中管理される。(「原子力辞典：日刊工業新聞社」より「エリア放射線モニタ」と同義語として引用)

[10] プロセスモニタ：一次冷却系、オフガス系、排水系などのプロセス流体の放射線レベルを監視する設備。通常、警報、保護動作のための信号を発生する。(「原子力辞典：日刊工業新聞社」より「プロセス放射線モニタ系」と同義語として引用)

[11] モニタリングポスト：原子力施設周辺の環境モニタリングを実施するために設けられた施設。一般に、空間ガンマ線量率だけを測定する施設をモニタリングポストと呼び、空間γ線量率に加えて空気中の放射線核種の濃度・気象データ等の測定を行う施設をモニタリングステーションと呼ぶ。(「原子力辞典：日刊工業新聞社」より引用)

[12] 反応度制御：原子炉の制御における基本的な操作量は反応度で、これを適切に操作することによりプラントの安全な制御が可能となる。制御の目的で反応度を変化させるには、制御棒の出

入れのように、炉心外部から操作できるものでなければならない。また間接的に反応度を制御する方法として、温度、流量、圧力などを変化させる方法も考えられ、制御棒による制御と組み合わせて使用される場合が多い。(「原子力辞典：日刊工業新聞社」より引用)

[13] 低温停止：定期検査等のように原子炉を長時間にわたって停止する必要がある場合、原子炉の核反応を停止するとともに冷却して、原子炉を常温、常圧の状態で維持すること。なお、原子炉が停止した後も燃料から崩壊熱が発生するため、冷却用の残留熱除去系及び補機冷却系の機能確保が必要である。(「原子力発電便覧 '99年版：電力新報社」より引用)

[14] シビアアクシデント：severe accident。設計基準事象を大幅に超える事象であって、安全計画の評価上想定された手段では適切な炉心の冷却又は反応度の制御ができない状態であり、その結果、炉心の重大な損傷に至る事象。(「平成10年度原子力安全白書」より引用)

[15] フォールトツリー：fault tree。複雑なシステムの機能喪失、使命達成不能などの好ましくない事象を頂点に、それをもたらす要因を成功、失敗の二値論理の組み合わせを使い、素因までさかのぼって表示したもの。その形状が樹木状になることからこの名称がある。システムの設計、運転、保守にかかわる総合的な信頼性を評価する手法の一つとして有効である。(「原子力辞典：日刊工業新聞社」より引用)

[16] 炉心損傷：原子炉冷却材の冷却能力の異常な減少あるいは炉心の異常な出力上昇により、燃料体が過熱、破損し、かなりの部分の燃料集合体が元の形状を失うこと。(「原子力辞典：日刊工業新聞社」より引用)

[17] 確率論的安全評価(PSA)：probabilistic safety assessment。発生する可能性のあるさまざまな事象について、その発生確率を考慮して安全性を評価すること。例えば、事象の結果とその発生確率の関数としてリスクを定義し、そのリスクの度合を評価する確率論的リスク評価（probabilistic risk assessment；PRA）などが代表的なものである。原子炉を対象としたものには、ラスムッセン報告(WASH-1400) などの例がある。(「原子力辞典：日刊工業新聞社」より引用)

[18] DNBR（限界熱流束比）：departure from nucleate boiling ratio。原子炉では異常な出力の急上昇や流量低下が生じた場合、熱流束が制御されている伝熱面では、出力と冷却材除熱能力とが不均衡となる。この熱流束がある限界値を超えると、核沸騰による熱伝達から離れ、伝熱面温度が不連続に急上昇する。この限界熱流束をCHF(critical heat flux)といい、核沸騰離脱をDNBと呼んでいる。DNBRはDNB比のことを指し、出力と冷却除熱能力との不均衡の度合いを示す。（「原子力百科事典ATOMICA：(財)高度情報科学技術研究機構 原子力PAデータベースセンターのホームページ」より引用）

[19] シッピング検査：原子炉停止時に燃料集合体毎の流路を区切り燃料から漏えいした核分裂生成核種を検出することにより、漏えい燃料の有無を識別するための検査。